KOPP

GESCHICHTE DER CHEMIE




WELLCOME
HISTORICAL MEDICAL LIBRARY


22101003944

Geschichte der Chemie.

Erster Theil.



Geschichte der Chemie.

Von

Dr. Hermann Kopp,
außerordentlichem Professor der Physik und Chemie an der Universität Gießen.

Erster Theil.

Mit dem Bildnisse Lavoisier's.

Neudruck der Originalausgabe.

Leipzig
Alfred Lorentz Buchhandlung
1931.

AHB

Seinem Vater

Dr. **Johann Heinrich Kopp**

in Hanau

widmet dieses Buch

der Verfasser.

Vorrede.

Zu der Geschichte der Chemie, deren ersten Theil ich hier dem wissenschaftlichen Publikum vorlege, gaben mir Vorlesungen, welche ich über diesen Gegenstand an der hiesigen Universität, zuerst 1841, hielt, die nähere Veranlassung. Früher schon durch das Studium der Chemie nach älteren Lehrbüchern und durch vorzeitige Bekanntschaft mit alchemistischen Werken zu historischen Vergleichungen angeregt, suchte ich später für meine Collegien in diese Vorarbeiten mehr Gleichmäßigkeit und Gründlichkeit zu bringen; ernsteres Eindringen in die Geschichte der verschiedenen Zeitalter nebst der eifrigen Benutzung aller mir sonst zugänglichen Hülfsmittel ließen allmälig meine Notizen so vollständig werden, daß es mir einigen Nutzen zu haben schien, sie geordnet der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Ich fühlte zwar, und sehe es immer mehr ein, daß zur Abfassung einer tüchtigen Geschichte der Chemie größere Fähigkeiten, mehr literarische Hülfsmittel u. s. w. gehören, als über welche ich verfügen kann, jedenfalls auch mehr Erfahrung, als mir bis jetzt noch zu Gebote steht. Zu dem Entschluß, jetzt schon diese Arbeit zu veröffentlichen, trug indeß wesentlich der Umstand bei, daß mir die Geschichte der Chemie ein in den letzteren Jahrzehenden etwas sehr vernachlässigtes Feld der wissenschaftlichen Forschung zu sein schien, und ich hielt es deßwegen hauptsächlich für besser, die Publication nicht in's Unbestimmte hinaus zu verschieben. In Deutschland ist seit Wiegleb's (1790—1792), J. Fr. Gmelin's (1797—1799), und Trommsdorff's (1806) geschichtlichen Werken keine Arbeit über diesen Gegenstand erschienen; aus der französischen Literatur ließen

sich als hierher gehörig nur Dumas' Leçons sur la philosophie chimique (1837) nennen, welche über einzelne Theile der Chemie historische Notizen enthalten; nur in England ist in der neuern Zeit ein besonderes Werk über Geschichte der Chemie, Thomson's History of Chemistry (1830 und 1831), herausgekommen.

Meine Ueberzeugung, daß eine Schilderung der Entwicklung unserer Wissenschaft jetzt nützlich sei, gründet sich indeß nicht allein darauf, daß so wenig Hülfsmittel zu Gebote stehen, um sich darüber zu unterrichten; sondern es bestimmt mich besonders noch dazu die Ansicht, daß nach dem bis jetzt immer für solche Arbeiten eingehaltenen Plane sich schlechterdings keine Geschichte der Chemie schreiben läßt, welche die Entwicklung der Wissenschaft im Ganzen und auch der Kenntnisse über die einzelnen Gegenstände für alle Zeiten vollständig kennen lehren soll.

Nach dem Plane, welchen ich sogleich näher erörtern werde, hatte ich bereits einen großen Theil meiner Vorarbeiten zusammengestellt, und namentlich das Manuscript des vorliegenden Theils fast ganz, das des folgenden zum größern Theil beendet, als mir die neueste geschichtliche Schrift, Höfer's Histoire de la Chimie, T. I. (1842), zukam. Durch das Erscheinen dieses Werks konnte für mich ein Grund zur Veröffentlichung meiner Arbeit wegfallen, insofern diese mir durch den Mangel derartiger Bücher angerathen schien; allein es konnte nur dazu beitragen, mich in meinem Entschluß zu bestärken, sofern Höfer's Schrift in der Art ihrer Anlage sich den früheren historischen Versuchen ganz anschließt, und zudem nicht weiter geht als diese. Nach einer anderswo abgedruckten Anzeige über den (mir jetzt nach Vollendung des Vorliegenden noch nicht zugekommenen) zweiten Band, welcher die Geschichte der Chemie bis zur Zeit vor Lavoisier fortführt, macht nämlich hier der Verfasser einen Stillstand, und verspricht die Fortsetzung erst auf eine noch ungewisse spätere Zeit.

Der Grund, weßhalb eine Geschichte der Chemie, welche ihren Gegenstand von der ältesten Zeit bis zur Gegenwart möglichst gleichmäßig behandelt, noch nicht versucht wurde, liegt vorzüglich in dem Festhalten an Einer Art der Anlage, das Material zu ordnen. Die bisherigen Historiker wollten über alle Leistungen aller Chemiker in Einer Reihenfolge, in chronologischer Ordnung, berichten. Bei der Masse von Material und der großen Verschiedenartigkeit desselben,

kann aber ein auf diese Art angelegtes Werk, will es anders auf Vollständigkeit Anspruch machen, nur ein Chaos unzusammenhängender Entdeckungen enthalten; es kann unmöglich die Entwicklung der Chemie in den verschiedenen Zeiten gleichmäßig schildern.

Gleichmäßigkeit ist auch das, was den genannten historischen Werken durchgängig abgeht. Entweder sie behandeln nur einen Theil der historischen Zeit, und lassen den Zeitabschnitt ganz weg (die einen die älteste, die anderen die neueste Periode), dessen Darstellung ihrem Plane sich am schwersten fügt; oder sie schildern für gewisse Zeiten den Zustand der Chemie im Allgemeinen und geben für andere nur historische Monographien einzelner Lehren; oder sie geben für einen Zeitabschnitt die chemischen Kenntnisse geordnet nach dem Stoff, den sie behandeln, für einen andern geordnet nach den Chemikern, von welchen sie ausgehen; und zu welchen Inconsequenzen sonst noch der Versuch zwingt, ein zu reiches und zu verschiedenartiges Material einer zu beschränkten Anlage unterzuordnen.

Nach einem andern Plan scheint sich mir die Geschichte der Chemie leichter in einer Art darstellen zu lassen, daß den verschiedenen Rücksichten, welche zum Studium dieser Geschichte hinführen, Genüge geleistet wird. Man kann wissen wollen, wie sich die Wissenschaft als Ganzes entwickelt hat; es kann auch Zweck des Studiums sein, zu erfahren, wie sich die Kenntnisse über einzelne der Chemie angehörige Gegenstände ausgebildet haben.

Der erstere Gesichtspunkt geht fast gänzlich verloren unter der Menge von Specialitäten, von zufälligen Wahrnehmungen, über die man zu berichten hat, wenn man alles in die Geschichte der Chemie Gehörige in Einer Reihenfolge zusammentragen will. Er läßt sich nur verfolgen, wenn man die Arbeiten in den verschiedenen Zeiten nicht sowohl nach ihrem Gegenstande, als vielmehr nach den leitenden Ideen, nach den geistigen Richtungen, aus denen sie hervorgingen, in's Auge faßt. Seit mehr als tausend Jahren stellt sich die Chemie allgemeine Aufgaben, hat sie leitende Richtungen und demgemäß Theorien; die theoretischen Ansichten stehen von dieser Zeit an in nothwendigem und bedingtem Zusammenhange; die Arbeiten der Chemiker werden während dieser ganzen Zeit von den herrschenden Tendenzen bedingt, sie lassen sich leicht unter allgemeine Uebersichten bringen.

In dieser Weise aufgefaßt, stellt sich die allgemeine Geschichte der Chemie in einem ununterbrochenen, leicht übersehbaren Zusammenhange dar.

Man kann andrerseits die Bestrebungen der Chemiker hauptsächlich in Beziehung auf die einzelnen Ansichten, welche sie aus ihren Beobachtungen folgerten, auf die positiven Kenntnisse, welche sie über einzelne Stoffe verbreiteten, betrachten. Aber die Aufschlüsse, welche man hierüber erhält, dürfen nicht hin und wieder zerstreut mitgetheilt werden. Nur wenn man die Geschichte jeder Lehre, jedes Stoffes in Einem Zusammenhange zu geben versucht, gewinnt die specielle Geschichte der Chemie ihr volles Interesse. Nur in diesem Falle auch ist der Geschichtschreiber selbst sicher, nichts ausgelassen zu haben, was zur Erkenntniß eines einzelnen Gegenstandes wesentlich beitrug.

Eine Geschichte der Chemie, welche über die Entwicklung unserer heutigen Kenntnisse im Ganzen wie im Einzelnen eine klare Vorstellung geben will, muß das reiche Material, welches vorliegt, in beiden Beziehungen durcharbeiten.

Der Plan, welcher meiner Bearbeitung zu Grunde liegt, ist demgemäß folgender:

Im ersten Theile gebe ich die allgemeine Geschichte der Chemie; ich suche hier die Darstellung nur nach den leitenden Richtungen durchzuführen und den Zusammenhang der letzteren mit den culturgeschichtlichen Ereignissen nachzuweisen, die Eigenthümlichkeiten der Wissenschaft in den verschiedenen Zeitaltern genau zu bestimmen und in der ausführlichern Schilderung der vorzüglichsten Repräsentanten anschaulicher zu machen. Die specielle Geschichte der Chemie gebe ich in den folgenden Theilen und zwar immer in Monographien; der zweite Theil enthält die Geschichte der Hülfswissenschaften (ich füge diesen anhangsweise eine genauer eingehende Geschichte der Alchemie hinzu) und der theoretischen Lehren; der dritte und vierte Theil die Geschichte der einzelnen Substanzen aus der unorganischen Chemie und die Geschichte der organischen Chemie und der einzelnen dahin gehörigen Gegenstände.

Dieser Plan scheint mir für eine Geschichte der Chemie der angemessenste, obgleich auch nach ihm sich Uebelstände ergeben, die unvermeidlich sind. Dahin gehört z. B., daß Wiederholungen vorkommen, indem über dieselben Facta in der allgemeinen und in der

speciellen Geschichte berichtet werden muß; die Berichterstattung ist indeß doch verschieden, sofern in der erstern die Gegenstände in Beziehung auf die Richtung, in welcher sie bearbeitet wurden, in der letztern in Beziehung auf die Resultate, welche für die specielle Erkenntniß daraus hervorgingen, betrachtet werden.

Was die Vollständigkeit des Inhalts angeht, so strebte ich keineswegs darnach, daß alle meines Wissens je angestellten Arbeiten hier Erwähnung finden, wohl aber, daß keine wichtige unberücksichtigt bleibe. Es läßt sich in dieser Beziehung erst nach Beendigung des ganzen Werkes urtheilen, denn ich mußte mich in dem ersten Theile nothwendig oft sehr kurz fassen, und bei der Angabe von Einzelnem Vieles übergehen, was mir weniger Werth für die allgemeine Geschichte zu haben schien. Die dem letzten Theile beizugebenden Register werden den Inhalt des Buches besser zu nützen gestatten, und mit ihrer Hülfe sich die Vollständigkeit besser ermessen lassen; die Anwendung dieses Hülfsmittels habe ich bei der Ausarbeitung vielfach voraussetzen müssen.

Ich will in dieser Geschichte der Chemie über den ganzen Zeitraum berichten, für welchen überhaupt historische Nachrichten vorliegen. Daß ich für die Gegenwart indeß viel weniger nach Vollständigkeit gestrebt habe, als für die Vergangenheit, bedarf wohl keiner Rechtfertigung, da diese Geschichte nicht zugleich ein Lehrbuch der Chemie sein soll; dem letztern aber kommt es zu, über den Zustand unserer gegenwärtigen Kenntnisse Auskunft zu geben, der Geschichte nur, dem Lehrbuche zur Ergänzung zu dienen.

Auch hinsichtlich der Literatur ist äußerste Vollständigkeit nicht mein Bestreben gewesen; ich habe angeführt, was zur Charakteristik dienlich ist, und was Hauptquellen betrifft, und gab mir Mühe, hier nichts Wichtiges zu übergehen. Keineswegs aber wollte ich in dieser Geschichte zugleich ein Literaturcompendium geben, obgleich sich dies mit verhältnißmäßig weniger Mühe hätte erreichen lassen. Ich wollte es nicht, weil nach dem Zustand unserer Wissenschaft in dieser Anführung aller Schriften kein Nutzen liegt, weil das Volum des Werkes zu sehr erweitert worden wäre, und weil endlich der Chemiker das, was er von Literatur für seine Arbeiten berücksichtigt, in anderen Schriften (L. Gmelin's vortrefflichem

Handbuche z. B.) so vollständig, als er es nur immer braucht, findet.

In dem vorliegenden ersten Theile suche ich über die Entwicklung der Chemie in der Darstellung der Richtungen und über diese in der Schilderung der vorzüglichsten Repräsentanten zu berichten. Ich habe diese Schilderungen ziemlich weitläufig mitgetheilt, weil aus der genaueren Kenntniß aller Arbeiten Eines ausgezeichneten Chemikers sich eher eine Vorstellung über seine Zeit ergiebt, als aus unvollständigen Angaben über viele. Ich habe biographische Nachrichten in größerer Ausdehnung hinzugefügt, als dies vielleicht Manchem nöthig erscheint. Allein eine deutliche Einsicht in den Zustand der Chemie zu einer bestimmten Zeit ergiebt sich nur dann, wenn man genau weiß, in wessen Händen sich damals die Wissenschaft befand, welche Vorbildung dazu gehörte, mit Erfolg an ihrer Ausbildung zu arbeiten, welche äußere Stellung, um für ihre Verbreitung thätig zu sein. Auch für die neueste Zeit diese Mittheilungen zu geben, bestimmte mich vorzüglich die Ansicht, daß ohne strenges Festhalten, selbst in Bezug auf die Aeußerlichkeiten der Darstellung, an dem einmal erfaßten Plane, man sich zu leicht schädlicher Ungleichmäßigkeit hingiebt, zu welcher man sich ohnehin bei der Besprechung so verschiedenartiger Gegenstände leicht versucht fühlt.

Für die im ersten Theile nicht besprochenen Chemiker gebe ich, so weit es mir möglich ist, in den folgenden Theilen anmerkungsweise biographische Nachrichten, die indeß nicht leicht ganz vollständig sein können. Ebenso fehlt für diese eine Zusammenstellung ihrer Leistungen, die indeß mit Hülfe des Registers leicht zu übersehen sind. Es macht sich diese Unvollkommenheit, welcher ich nicht entgehen konnte, am unangenehmsten fühlbar für die Gegenwart, deren Schilderung ohnehin unvollständig genug ausfällt, und wo ich, wollte ich nicht zu weitläufig werden, unmöglich alle die schon im ersten Bande besprechen konnte, deren Leistungen es eigentlich erfordern. Bei der Schwierigkeit einer solchen Darstellung glaube ich billiger Nachsicht gewiß sein zu dürfen.

Ich habe in diesem Werke natürlich viele Hülfsmittel, nicht ausschließlich Quellen, benutzt, ich habe sogar einige der letzteren nicht selbst einsehen können; doch aber glaube ich genug darin gearbeitet zu haben, um meine Vorstellung über die verschiedenen Zeitalter auf selbstständiges Studium begründet halten zu dürfen. Ich habe

nicht angegeben, wo ich anderen Autoritäten folge, nicht, wo ich von ihnen abweiche, denn die vollständige Vorlegung der Motive, die mich zur Annahme jeder einzelnen Ansicht bestimmten, schien mir, namentlich in der allgemeinen Geschichte, die zusammenhängende Darstellung zu sehr zu stören, nach welcher ich doch vorzüglich strebte. (An einem andern Orte finde ich vielleicht bald Gelegenheit, über einzelne solcher Untersuchungen ausführlicher handeln zu können, und so die Rechtfertigung zu versuchen, mit welchem Recht ich nicht in allen Stücken meinen Vorgängern beizustimmen brauchte.) Ich habe dies hervorheben müssen, weil ich sonach in keiner Weise auf die Originalität einer Ansicht Anspruch machen darf, da diese schon von Anderen ausgesprochen sein kann, ohne daß ich sie nenne.

Was ich hier angegeben habe, zeigt wohl, in welcher Tendenz ich die Bearbeitung auszuführen gesucht habe. Wer sich lange mit Einer Sache beschäftigt hat, ist zu einseitigen Behauptungen geneigt, und einseitig ist vielleicht auch gedacht, daß das historische Studium der Chemie zur Hebung des wissenschaftlichen Standpunktes dieser Wissenschaft etwas beitragen kann. Doch ist dies der Zweck, welcher mich bei meiner Arbeit leitete; ihm hauptsächlich suchte ich damit zu dienen und namentlich durch die allgemeine Geschichte darauf hinzuwirken.

Ich glaubte dies am ersten zu erreichen, wenn ich meine Bearbeitung dem jetzigen Zustand unserer Wissenschaft möglichst entsprechend zu machen suchte. Es geht hieraus hervor, weßhalb ich weniger eine mit schulgerechter Gelehrsamkeit abgefaßte, als vielmehr eine die Erlangung historischer Kenntnisse möglichst erleichternde, ohne deßhalb oberflächlich gehaltene, Geschichte der Chemie zu schreiben suchte. Ich habe mir Mühe gegeben, die Schwierigkeiten, welche sich mir entgegenstellten, für Andere zu ebnen, aber nicht, diese Schwierigkeiten in einer Bearbeitung vor der Lösung noch mehr hervortreten zu lassen.

Das Bewußtsein dieses Zweckes überhebt mich fast der Mühe, etwas noch darüber zu sagen, inwiefern ich meinem eigenen Urtheil in dieser Schrift Raum gegönnt habe. Für die Vergangenheit suchte ich mich nur zum Organ der Thatsachen zu machen; für die Gegenwart, wo die Thatsachen sich noch nicht in ihrer vollen

Wirkung gezeigt haben, suchte ich die Sachlage darzulegen, der Zukunft ein Urtheil überlassend. Ich mußte dies um so mehr, da hinsichtlich bei weitem der meisten Fragen, welche jetzt die wissenschaftliche Welt noch beschäftigen, mir in keiner Weise ein Urtheil zusteht, wenn ich auch meine eigene Ansicht habe, und in Gegenständen, die ich bearbeitete, ein Recht, mit zu discutiren, in Anspruch nehme. Nichts giebt eine tiefere Ueberzeugung von der Unsicherheit gleichzeitiger Beurtheilungen, als das historische Studium, und ich halte dies für eine der wohlthätigsten Folgen desselben. Gerade deßhalb aber wird Jeder, der vor seiner eigenen historischen Arbeit Achtung behalten will, sich wohl hüten, seine individuelle Ansicht als das Urtheil der Geschichte hinzustellen.

Gießen, im Juni 1843.

Hermann Kopp.

Inhaltsübersicht des ersten Theils.

(Zugleich als chronologische Uebersicht.)

Allgemeine Geschichte der Chemie.

I. Zeitalter.

II. Zeitalter.

III. Zeitalter.

IV. Zeitalter.

Allgemeine Geschichte der Chemie.

Einleitung.

Die allgemeine Geschichte der Chemie, deren Darstellung dieser Theil gewidmet ist, hat die Aufgabe zu zeigen, wie sich der Gesammtzustand der chemischen Kenntnisse nach und nach entwickelt hat. Es wird also hier nicht beabsichtigt, die Geschichte aller einzelnen Partieen der Chemie, aller einzelnen Lehren und der Kenntniß aller einzelnen Körper im Detail zu geben, sondern es sollen nur die allgemeinen Richtungen, die leitenden Ansichten der verschiedenen Zeiten betrachtet, und ihr Zusammenhang unter einander nachgewiesen werden. Behufs der Veranschaulichung der Richtung jeder Zeit, behufs der Begründung der beigelegten Ansichten versuchen wir die vorzüglichsten Beförderer der Chemie in chronologischer Ordnung zu schildern; es sind uns diese hier Repräsentanten ihres Zeitalters, ihr Leben, ihre Leistungen, ihre Schriften werden mitgetheilt, um uns den Geist ihrer Zeit zu charakterisiren; ihre einzelnen Untersuchungen interessiren uns hier nur, insofern sie über den Gesammtzustand der chemischen Erkenntniß, über die herrschende Richtung einer bestimmten Zeit Aufschluß gestatten, nicht aber werden sie mitgetheilt, um die specielle Geschichte des Stoffs, welcher Gegenstand der Untersuchung war, abzuhandeln. Zweck der allgemeinen Geschichte der Chemie.

Bevor wir die allgemeine Geschichte der Chemie auseinanderzusetzen versuchen, müssen wir noch Einiges vorausschicken, um den Standpunkt näher zu bezeichnen, von welchem aus ein solcher Versuch aufzufassen ist.

Bei der Geschichte der Chemie treffen wir auf Eigenthümlichkeiten, wie sie uns bei der historischen Verfolgung fast aller anderen Wissenschaften, und der meisten Naturwissenschaften namentlich, nicht begegnen. Eigenthümlichkeit der Geschichte der Chemie.

Der Gang, welchen die Geschichtschreibung fast jeder Wissenschaft einzuschlagen hat, ist der, zuerst den Ursprung derselben nachzuweisen, und das fällt fast immer damit zusammen, darzuthun, wann und wo zuerst ein bestimmtes wissenschaftliches Ziel aufgestellt und nach demselben hingearbeitet

Eigenthümlichkeit der Geschichte der Chemie.

wird; sodann die verschiedenartigen Versuche zur Erreichung dieses Ziels zu schildern und die Folgen anzugeben, welche für die Wissenschaft aus diesen verschiedenen Behandlungsweisen hervorgingen.

So ist für die Medicin das ständige Ziel, die Krankheiten zu heilen, und die Geschichte der Medicin ist die Darlegung dessen, was zur Erreichung dieses Ziels gethan wurde. — So ist der Zweck der beschreibenden Naturwissenschaften, Naturkörper zu kennen und zu dem Ende sie zu ordnen; ihre Geschichte behandelt die verschiedenen Bestrebungen, die Erkenntniß und Classification möglichst zu vervollkommnen.

Haben wir nun bei der Geschichtschreibung der Chemie ganz den gleichen Weg einzuschlagen?

Allgemein bekannt ist und darf deßhalb schon hier in der Einleitung erwähnt werden, wie in früheren Zeiten unter Chemie die Kunst, Gold zu machen, verstanden wurde. Haben wir nun die Geschichte der Chemie damit zu beginnen, dem Ursprung dieser Aufgabe nachzuspüren, und haben wir sie damit erschöpft, wenn wir die Schicksale der Goldmacherkunst einer historischen Betrachtung unterwerfen? Offenbar würde uns eine solche Arbeit nicht die Entwickelung der heutigen Theorieen lehren.

Zu einer andern Zeit ist Zweck der Chemie, Krankheiten zu erklären und zu heilen, und zwar wird dies zu jener Zeit nicht als eine Anwendung dieser Wissenschaft, sondern als ihre eigentliche Aufgabe angesehen. Auch hier wird uns eine historische Verfolgung des Zwecks und der Bestrebungen, ihm Genüge zu leisten, nicht die Geschichte der Chemie geben.

Welches ist dann aber das Princip, nach welchem die Geschichte der Chemie abzuhandeln ist, und weßhalb stimmt die geschichtliche Behandlung dieser Wissenschaft mit der anderer Fächer nicht überein?

Die Chemie unterscheidet sich von den meisten anderen Wissenschaften in Bezug auf ihre Entwickelung wesentlich dadurch, daß ihr Zweck zu verschiedenen Zeiten ganz verschieden aufgefaßt wird. Diese Eigenthümlichkeit ist für die Geschichte der Chemie von hoher Bedeutung. Während fast alle Fächer der geistigen Thätigkeit, wie auch die Art ihrer Behandlung in den verschiedenen Perioden sich verschieden gestaltet, doch über ihren Zweck immer im Klaren bleiben und diesen unverrückt im Auge behalten, ist dies bei der Geschichte der Chemie keineswegs der Fall. Bei dieser Wissenschaft wechselt nicht allein die Wahl der Hülfsmittel und die Anwendung, sondern auch die ganze Aufgabe, die Bedingung der Existenz der Wissenschaft.

Kann dann aber von der Geschichte der Chemie, als der Geschichte Einer Wissenschaft, die Rede sein? Man könnte dies bezweifeln, denn was charakterisirt denn eine Wissenschaft anders, als der Zweck? Wenn wir eine Wissenschaft definiren wollen, so geben wir an, womit sie sich beschäftigt, was ihre Aufgabe ist. Hat nun die Geschichte der Chemie zu verschiedenen Zeiten total verschiedene Zwecke gehabt, so müssen verschiedene Wissenschaften unter diesem Namen bezeichnet worden sein. — So könnte man sagen, und es bliebe dann noch die Frage: wie kam man dazu, die Verfolgung so verschiedenartiger Zwecke mit demselben Namen zu belegen? denn der Ausdruck Chemie ist schon über 1400 Jahre alt. Eigenthümlichkeit der Geschichte der Chemie.

Wir erhalten auf diese Zweifel und Fragen Antwort, wenn wir betrachten, was jetzt Zweck der Chemie ist, und inwiefern mit diesem jetzigen Zweck die früheren Aufgaben, deren Bearbeitung Chemie genannt wurde, in Verbindung stehen.

Aufgabe der Chemie an und für sich ist jetzt: die Verbindungen in ihre Bestandtheile zu zerlegen, und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder hervorbringen zu können. Die Erkenntniß der Zusammensetzung aller Körper ist also jetzt Aufgabe, nämlich wie sie zusammengesetzt sind und wie sie zusammengesetzt werden.

Dieser Zweck wird erst spät ausgesprochen, aber er schwebte lange vor, selbst zu der Zeit schon, wo ganz andere Aufgaben der Wissenschaft gestellt wurden, die man Chemie nannte. Als die Chemie noch Goldmacherkunst war, als die Chemie nur zu medicinischen Zwecken diente, erscheint das, was wir jetzt als Ziel der Chemie ansehen, nicht als solches, wohl aber als Hülfsmittel zur Erreichung der damals gesteckten Ziele. Und daß das, was uns jetzt Zweck der Chemie ist, auch in früheren Zeiten beachtet, mindestens als Hülfsmittel zur Erlangung der damaligen Zwecke anerkannt wurde, bringt die Geschichte der früheren Zeiten in Verbindung mit der neuesten, und vermittelt zugleich, wie der Namen Chemie ungeändert so verschiedenartigen Richtungen beigelegt werden konnte.

Während also im Laufe der Zeiten andere Wissenschaften verschiedene Namen führten und doch ihre Aufgabe immer dieselbe blieb, hat die Chemie unter demselben Namen die heterogensten Aufgaben verfolgt. Für jene, wo sich die Tendenz unverändert erhält, genügt es bei der Darstellung ihrer Geschichte in den meisten Fällen, den Zustand der Wissenschaft zu einer be- Art der Darstellung.

Art der Darstellung.

stimmten Zeit nur an die Vergangenheit anzulehnen und den Uebergang nachzuweisen; bei der Geschichte der Chemie muß jederzeit die spätere, noch jetzt als wahr erkannte, Tendenz im Auge behalten werden, selbst bei der Schilderung von Zeitaltern, wo sie noch nicht geahnet wird. Um zu zeigen, wie sich der wahre Zweck der Chemie entwickelte, um nachzuweisen, wie die Aufstellung desselben möglich wurde, wie die Chemie zum Bewußtsein desselben kam, und welche Mittel sich entfalteten, um ihm Genüge zu leisten, suchen wir aus der Geschichte der früheren Zeiten, wo dieser Zweck noch gar nicht oder noch nicht als der hauptsächlichste anerkannt wird, vorzugsweise das heraus, was mit der Vorbereitung und Begründung desselben im Zusammenhang steht; und die verschiedenartigen Richtungen, welche die Chemie früher hatte, beschäftigen uns hier hauptsächlich, insofern sie die Keime der jetzigen Richtung in sich trugen und bewahrten, insofern sie den Boden auflockerten, auf welchem diese letzte Richtung wurzeln und gedeihen konnte. Was wir mithin bei der Darstellung der allgemeinen Geschichte der Chemie vorzüglich zu beachten haben, ist einmal die Erörterung derjenigen Umstände, die Berichterstattung über diejenigen Beschäftigungen, deren Einfluß und Folgen zuletzt der Chemie ihre noch als richtig anerkannte Definition geben ließen; sodann aber die Verfolgung der Leistungen, welche nach Erkennung des wahren Zwecks der Chemie zur Förderung derselben unternommen wurden. Und um den Zustand der Wissenschaft in den verschiedenen Zeitaltern um so richtiger beurtheilen zu können, müssen wir neben der Aufzählung der fördernden Umstände auch der hemmenden Bedingungen gedenken.

Beachtung anderer Wissenschaften.

Wenn wir aber auch stets vorzugsweise auf das Rücksicht nehmen, was mit der Entwickelung oder Ausbildung des wahren Zwecks der Chemie im Zusammenhang steht, so schließt dies doch eine genauere Betrachtung auch derjenigen Zeitalter nicht aus, in welchen die Richtung der Chemie immer diesem wahren Zweck fremd ist, und wo selbst die Chemie mit einer andern Wissenschaft ganz zusammenfällt. Wir müssen über die Zeitalter mit falscher Tendenz der Chemie eine klare Ansicht gewinnen, damit uns das Auftreten der wahren nicht überrascht. Jeder dieser fremden Tendenzen, jeder dieser Wissenschaften, mit welchen die Chemie sich zeitweise verschmilzt, müssen wir so lange Aufmerksamkeit schenken, als sie sich für die wissenschaftliche Chemie mittelbar fördernd zeigt; wir verlassen ihre genauere Betrachtung, sobald diese Bedingung aufhört, sobald ein anderer fremder Zweck sich der Chemie ausschließlich bemächtigt oder sobald der wahre anerkannt wird.

Beachtung anderer Wissenschaften.

Für einzelne Zeiten also müssen wir, um die Geschichte der Chemie zu verfolgen, der Geschichte anderer Wissenschaften nachgehen; für alle Zeiten aber gilt es, bei der Darstellung unsers Gegenstandes auf die Culturgeschichte überhaupt Rücksicht zu nehmen. Die Geschichte einer einzelnen Disciplin erhält dadurch erst die höhere Weihe, daß sich an ihr nachweisen läßt, wie die Fortschritte der menschlichen Intelligenz im Allgemeinen sich in jeder einzelnen Wissenschaft abspiegeln, wie die einzelne Wissenschaft von der Gesammtthätigkeit der Intelligenz Anstoß empfängt, und wie sie ihrerseits wieder für die Cultur Früchte trägt, welche sich auch außerhalb des Kreises der speciellen Wissenschaft erstrecken. Es ist die Pflicht eines jeden Geschichtschreibers eines einzelnen Fachs, für die allgemeine historische Erkenntniß dadurch mitzuwirken, daß er, soweit es ihn angeht, die Verbreitung einzelner Ideen, den geistigen Einfluß, welchen ein Volk auf das andere ausübt, die Folgen, welche ein welthistorisches Ereigniß auf seine Wissenschaft hat, nachzuweisen sucht. Die verschiedenen Wissenschaften stehen in verschieden nahem Zusammenhang mit dem allgemeinen Gang der Weltereignisse; sie werden in verschiedenem Maße influirt von dem allgemeinen geistigen Zustand und der herrschenden Richtung; Eine kann deßhalb mehr Beiträge zur Culturgeschichte liefern als die andere, und es wäre eine ungegründete Forderung, von der Bemühung Eines Geschichtschreibers Einer Wissenschaft sogleich große Resultate in dieser Beziehung verlangen zu wollen. Aber um so gewisser nicht unbedeutende Aufschlüsse zu erwarten sind, wenn für alle Wissenschaften, mögen sie nun mehr oder weniger geistiges Element in sich tragen, solche Beziehungen zwischen dem Zustand der Wissenschaft und der allgemeinen Intelligenz, solche Nachweisungen über die Abhängigkeit des Fortschreitens einer einzelnen Wissenschaft von einem geistigen Gesammtimpuls gegeben werden, — um so mehr ist es Pflicht eines Jeden, hierzu mitzuwirken. Leicht begreiflich ist es aber, wie solche Beziehungen und Abhängigkeiten deutlicher hervortreten, so lange noch eine Wissenschaft sich im unentwickelten Zustand befindet, so lange ihre Ansichten unsicher begründet sind, und sie deßhalb jedem Impuls leichter Folge giebt; wie hingegen mit dem Consolidiren der Wissenschaft, mit der Erlangung größerer Selbstständigkeit, die Wirkung solcher Einflüsse, wenn auch immer noch statthabend, sich weniger bemerkbar macht, und ein äußerer Anstoß dann wenigstens nicht mehr so total reformirende Folgen haben kann, wie dies während der Kindheit der Wissenschaft möglich ist.

Grenzen der Geschichte der Chemie.

Sehr verschiedene Meinungen liegen darüber vor, wie weit man zurückgehen müsse, um die Geschichte der wissenschaftlichen Chemie zu beginnen. Je nach den strengeren oder milderen Anforderungen, die man an die Chemie stellt, um sie als Wissenschaft betrachten zu dürfen, rückt die vordere Grenze ihrer Geschichte vor oder zurück. Wir halten die Ansicht, es sei die Geschichte der Chemie erst von einem so willkürlich anzunehmenden Zeitpunkt an zu beachten, für irrig; die Erkennung vieler Thatsachen, welche der Chemie angehören, datirt von viel früher, als man diesen Zeitpunkt setzen kann, sie stammt aus Perioden, wo noch nicht einmal daran gedacht wurde, diese Thatsachen als zusammengehörig anzusehen; die Erklärung der Thatsachen, wodurch die Chemie erst zur Wissenschaft wird, stellt sich nicht mit einem Male dar, sondern in allmälig sich erweiternden Versuchen. Es ist nöthig zu verfolgen, wie nach und nach die Thatsachen, aus deren Beachtung die Chemie hervorging, bekannt wurden; und soweit die historische Kenntniß überhaupt hinaufreicht, so weit finden wir auch Nachricht über die Beachtung solcher Thatsachen. — Die Grenzen der Geschichte der Chemie sind also einerseits die Grenze der Geschichte überhaupt, von wo wir ausgehen müssen, um alles Vorkommende entweder als neues Ereigniß oder als die Entwickelung eines früher seinem Ursprung nach constatirten Ereignisses nachweisen zu können — andererseits die Gegenwart.

Eintheilung.

Wegen der Größe des Zeitraums, den diese Grenzen umfassen, wird eine Eintheilung desselben nothwendig. Das im Vorstehenden Berührte läßt uns bereits drei Hauptabschnitte in der Geschichte der Chemie deutlich erkennen. Wir sprachen von Zeiten, wo noch gar keine gemeinsame Auffassung chemischer Kenntnisse versucht ward, wir sprachen von solchen, wo die Chemie fremden Zwecken diente, und bemerkten, daß erst spät diese Wissenschaft ihren wahren Zweck erkannt habe. — Von den ältesten Zeiten an liegen Beobachtungen über einzelne chemische Thatsachen vor, aber ohne als zusammengehörig erkannt zu sein; die Dauer dieses Zustands bezeichnen wir als Aeltere Geschichte der Chemie, und definiren sie als die Zeit, wo die Erkenntniß chemischer Thatsachen noch nicht mit dem Streben, sie alle zur Erreichung Eines bestimmten Zwecks zu benutzen, verbunden ist. — Um das 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung fing man an, die chemischen Kenntnisse zusammenzufassen, und als ein Ganzes zu betrachten, aber man erkannte nicht sogleich den wahren Zweck, den die Chemie hat; Mittlere

Geschichte der Chemie können wir die Zeit nennen, wo diese Wissenschaft fremden (anderen als dem wahren) Zwecken diente. — In der Mitte des 17. Jahrhunderts kommt die Chemie zum Bewußtsein ihres wahren Zwecks; die Zeit von da an kann als Neuere Geschichte der Chemie bezeichnet werden. Eintheilung.

Es trägt Vieles zur leichtern Uebersicht der verschiedenen Zustände unserer Wissenschaft bei, sich außer dieser Eintheilung in drei Hauptabschnitte noch eine speciellere zu merken.

Die ältere Geschichte der Chemie erfordert keine weitere Abtheilung, da sich der Totalzustand der chemischen Kenntnisse innerhalb der ganzen Dauer derselben nicht wesentlich ändert. Wir handeln (I.) die chemischen Kentnisse der Alten in Einem Zeitalter ab.

Die mittlere Geschichte der Chemie läßt eine speciellere Eintheilung zu. Während derselben dient unsere Wissenschaft fremden Zwecken, und da diese verschieden sind, so ist hiermit das Eintheilungsargument gegeben. Von dem 4. Jahrhundert bis zum ersten Viertel des 16. wird als Ziel der Chemie angesehen, künstlich Gold zu machen; wir nennen diesen Abschnitt das (II.) Zeitalter der Alchemie. Von dem letztern Zeitpunkt an bis zu der Mitte des 17. Jahrhunderts ist Ziel der Chemie, Krankheiten zu erklären und zu heilen; dieser Abschnitt ist das (III.) Zeitalter der medicinischen Chemie.

Von der Mitte des 17. Jahrhunderts an, wo der wahre Zweck der Chemie erkannt wird, änderte sich die Ansicht über denselben nicht mehr. Doch ist während des Zeitraums der neuern Geschichte der Chemie der Totalzustand derselben zu verschiedenartig, als daß eine Unterabtheilung vermieden werden könnte. Ein anderes Eintheilungsprincip als bisher ist aber anzunehmen. Wir finden dies in den hauptsächlichsten Theorieen und Untersuchungsmethoden, sofern mit der Aenderung dieser eine Aenderung in dem ganzen Wesen der Wissenschaft verbunden ist; wir theilen die neuere Geschichte in zwei Abschnitte, in das (IV.) Zeitalter der phlogistischen Theorie, dessen Dauer bis zu dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts geht, und in das (V.) Zeitalter der quantitativen Untersuchungen, welches sich von da an bis auf unsere Zeit erstreckt.

Um allzugehäufte Unterabtheilung zu vermeiden, berücksichtigen wir in der folgenden Darstellung die Eintheilung in ältere, mittlere und neuere Geschichte der Chemie weniger und heben hauptsächlich die in Zeitalter hervor, da diese ohnehin hinlänglich scharf charakterisirt erscheinen, und ihre

Zahl zudem gering genug ist, um einen leichten Ueberblick über die gesammte Geschichte der Chemie zu gestatten. — In Bezug auf die Eintheilung in Zeitalter und ihre Unterscheidung habe ich indeß hier noch Einiges zu bemerken.

Charakterisirung der verschiedenen Zeitalter.

Eine klare Vorstellung von der Entwickelung der Chemie beruht allein auf einer klaren Einsicht in die Verschiedenheit der Zeitalter und in dem Zusammenhang, welchen sie unter einander haben. Ich habe deßhalb in dem Folgenden die Charakteristik jedes Zeitalters besonders hervorgehoben und nachzuweisen gesucht, wie sie in einander übergehen; der ganze übrige Inhalt der Geschichte eines Zeitalters, die Berichterstattung über die es repräsentirenden Chemiker, soll nur Beleg und nähere Ausführung der Charakteristik sein.

Die Charakteristik der Zeitalter beruht im Wesentlichen auf Gegensätzen, auf der Abweichung eines jeden von dem vorhergehenden und dem folgenden Zeitalter. Als Argumente der Charakterisirung können indeß nur wenige Begriffe dienen, und diese sind verschieden hinsichtlich dessen, wie sie verschieden wichtige Merkmale Eines Zeitalters unmittelbar in sich einschließen, und wie sie auf verschieden viele Zeitalter gleiche Anwendung finden. Der Zweck, welchen man der Chemie beilegt, ist eins der wichtigsten Merkmale, welche sich für die Definition eines Zeitalters angeben lassen; er unterscheidet die meisten Zeitalter, und die Angabe desselben giebt zugleich oft auch Aufschluß über die Art der Untersuchung, über die Stellung der Chemie zu anderen Wissenschaften, über die persönlichen Verhältnisse im Allgemeinen der dahin gehörigen Chemiker u. s. w. Aber das Argument der Eintheilung kann nicht immer dasselbe sein; der Begriff des Zwecks der Chemie verliert seine charakterisirende Bedeutung, wenn das IV. Zeitalter vom V. zu unterscheiden ist. — Die Ansicht, welche man über die Zusammensetzung der Metalle hat, und welche das II. und IV. Zeitalter von dem V. scharf unterscheidet, verliert ebenso an Bedeutung als charakteristisches Merkmal, wenn das II. und III. Zeitalter zu trennen sind. Die Charakterisirung hat indeß auch in solchen Fällen die gleichartigen Merkmale zweier Zeitalter mit aufzunehmen, insofern sie auf gangbare Methoden der Untersuchung, auf viele Arbeiten eines Zeitalters einen hervortretenden Einfluß ausüben. — Eine Eigenthümlichkeit, welche für die Definition eines Zeitalters die wesentlichste war, kann in einem anstoßenden noch fortbestehen, aber dann nur als untergeordnet zur Definition beitragend, weil das neu hinzukommende

Argument, welches die Datirung eines neuen Zeitalters veranlaßt, das wesentlichste Merkmal wird.

Charakterisirung der verschiedenen Zeitalter.

Die Charakteristik jedes Zeitalters giebt im Allgemeinen zwei Gegensätze an, zur Unterscheidung von dem vorhergehenden und dem folgenden. Bei dem ersten und bei dem letzten Zeitalter ist nur die Angabe Eines möglich, aber während bei dem ersten dies der Genauigkeit der Charakterisirung keinen Eintrag thut, ist die des letzten für unvollkommen anzusehen; sie kann nicht als geschlossen betrachtet werden, denn wir wissen noch nicht, welchen Gegensatz die Zukunft bringt und welche Eigenthümlichkeiten erst dadurch für unser Zeitalter bemerkbar werden.

Die Charakterisirung soll uns den Gesammtzustand der Chemie für jedes Zeitalter angeben. Leichter und vollständiger ist sie also für die Zeitalter der Kindheit der Wissenschaft zu geben, wo diese noch wenig Ausbildung hat, wo nur wenig Hervorstechendes in ihr auftritt, wo ihre Richtung eine einseitige ist, fast alle dahin gehörigen Chemiker ein gleiches Ziel verfolgen und ihre Arbeiten alle derselben Art sind; — schwerer wird es, sie umfassend zu geben, je mehr sich die Wissenschaft entwickelt, das Gebiet erweitert, je vielseitiger sie wird und je mehr alle einzelnen Zweige besondere Kräfte in Anspruch nehmen; je verschiedenartiger die Beschäftigungsweise der einzelnen Chemiker wird.

Benennung der verschiedenen Zeitalter.

Aehnliche Betrachtungen leiten auch in der Wahl der Benennung eines Zeitalters, nur daß hier stets nur Eine Eigenthümlichkeit aufgefaßt werden kann. Es kann also oft der Namen eines Zeitalters nicht den Gegensatz zu den beiden anstoßenden Zeitaltern ausdrücken, wenn nämlich die Argumente verschiedener Art sind, auf welche hin in beiden Fällen die Datirung eines neuen Zeitalters nöthig erscheint. Die Benennung muß stets an eine der wichtigsten Eigenthümlichkeiten erinnern; sie muß da, wo mehrere zur Charakterisirung des Zeitalters dienen, von derjenigen entlehnt werden, welche sich wieder ändert, nie von einer, welche sich von nun an durch alle folgenden Zeitalter in gleicher Bedeutsamkeit bleibend hindurchzieht.

Schwierigkeiten der Charakterisirung, Benennung und Begrenzung der Zeitalter.

Die Eintheilung in Zeitalter ist für das Studium der Chemie unumgänglich, aber ihre Charakterisirung, ihre Benennung und namentlich ihre chronologische Begrenzung hat Schwierigkeiten, von welchen diejenigen hier hervorgehoben werden müssen, die in der Natur der Sache selbst begründet sind. Die Unterscheidung von Zeitaltern ist nicht etwas Künstliches, der Geschichte Aufgedrängtes, sondern sie wird durch die letztere selbst veranlaßt,

Schwierigkeiten der Charakterisirung, Benennung und Begrenzung der Zeitalter.

aber die Definition der Perioden kann nicht anders als unvollkommen sein, sobald man ihre Anzahl beschränkt annimmt. Denn jeder noch so kurze Zeitintervall der Geschichte der Wissenschaft hat sein Eigenthümliches. Die Wissenschaft stagnirt nicht innerhalb Eines Zeitalters, sie macht nicht ruckweise Fortschritte von einem Zeitalter zum andern. Nur bei handwerksmäßigem Betrieb eines Gegenstandes, wo dem Zufall großer Einfluß eingeräumt bleibt, kann ein solches ruckweises Fortschreiten stattfinden, nicht aber bei der Ausbildung wissenschaftlicher Erkenntniß. Was bei einem Individuum noch möglich ist: innerhalb eines sehr kurzen Zeitintervalls sich von der frühern Richtung ganz lossagen und fast plötzlich einen großen Schritt in der Erkenntniß vorwärts thun — das kann für den Gesammtzustand der Wissenschaft nie statthaben. Keine epochemachende Ansicht wird mit Einem Male aufgestellt und allgemein angenommen, sondern jede bemächtigt sich der Wissenschaft nur allmälig; jede wird vorbereitet, bekämpft und begründet, wir sehen sie als die herrschende anerkannt und weiter entwickelt, sie wird gegen neu auftretende Ansichten vertheidigt und endlich gestürzt oder mit einer neuen verschmolzen. Aber daraus, daß die Totalentwickelung der Wissenschaft immer eine allmälige ist, entstehen gerade die Schwierigkeiten und Unvollkommenheiten für Alles, was mit dem Versuch im Zusammenhang steht, bei einer allmäligen Bewegung Abschnitte annehmen und bestimmen zu wollen.

Innerhalb jedes einzelnen Zeitalters ist die Richtung der Wissenschaft in steter Aenderung; die Charakteristik eines jeden Zeitalters kann also unmöglich auf jedes einzelne Moment desselben, auf jeden einzelnen dahin gehörigen Chemiker vollständig und in gleichem Maße passen. Was in dem Zeitalter als Hauptidee leitend auftritt, ist oft in dem Anfang desselben nur angedeutet, nur bildlich ausgesprochen; was in der Mitte desselben scharf charakterisirend ist, wird oft schon gegen das Ende hin nicht mehr allgemein angenommen. Ebenso begegnen wir in allen Zeitaltern einzelnen Männern, welche der herrschenden Richtung nicht folgen, auf welche von der ganzen Charakteristik nur wenig paßt, welche einen eigenthümlichen Gang gehen, aber ihre individuellen Ansichten nicht zu den allgemein angenommenen zu machen wissen. Aus dem letztern Grund sind ihre Eigenthümlichkeiten nicht der Charakteristik einzuverleiben; ist die Geschichte der Chemie solchen Männern Erwähnung schuldig, so kann sie sie nur nach der chronologischen Ordnung ohne weiteres einschalten. Die Charakterisirung kann sich nur an das Allgemeinste halten, sie hat nur das hervorzuheben, womit die

meisten und einflußreichsten Chemiker in Verbindung stehen, an dessen Begründung, Entwickelung und Vertheidigung diese Antheil nehmen. Ihr Antheil kann verschiedener Art sein, ihre speciellen Ansichten können mehr oder weniger von der herrschenden abweichen — die Ausführung dieser Modificationen in den leitenden Ideen bleibt der Geschichte der einzelnen Chemiker überlassen.

Schwierigkeiten der Charakteristirung, Benennung und Begrenzung der Zeitalter.

In der Charakteristik eines Zeitalters lassen sich indeß die wichtigsten dieser Schwankungen noch andeuten, in der Benennung aber ist dies unmöglich. Alle Ursachen, die ich eben erwähnte, vereinigen sich hier noch in höherm Grade, um die Gründe der Benennung eines Zeitalters in den verschiedenen Räumen desselben bald zu nähern, bald zu entfernteren zu machen, die Benennung selbst bald mehr, bald weniger bezeichnend sein zu lassen. Es ergiebt sich aber auch hieraus, wie unzureichend die von Einigen gewählte Benennung der Zeitalter nach einzelnen Männern nothwendig sein muß.

Besonders aber ist die chronologische Begrenzung eines Zeitalters höchst unsicher, und diese läßt sich immer nur sehr schwankend angeben. Kein Zeitalter ist von dem andern scharf abgeschnitten, außer wenn wir über zwischenliegende lange Zeiträume in Unsicherheit sind (wie uns z. B. das I. und II. Zeitalter völlig getrennt erscheinen). Wo dies nicht der Fall ist, wo wir fortlaufende Kenntniß haben, geht stets ein Zeitalter allmälig in das andere über. Manchmal fängt die Begründung eines Zeitalters schon weit in dem vorhergehenden an, und wir können doch kein neues datiren, so lange im Allgemeinen die alte Charakteristik nicht ihre Gültigkeit verliert. Manchmal auch laufen zwei Zeitalter eine geraume Strecke hindurch neben einander, wenn der Kampf einer ältern Richtung mit einer neuern nicht schnell allgemein entschieden wird. Es hängen dann viele Chemiker noch der alten, viele schon der neuen an; für die einen dauert das alte Zeitalter noch fort, für die anderen ist ein neues schon angebrochen. In diesem Falle zählen wir die ersteren noch in das frühere, die letzteren in das neue Zeitalter: die einzige Möglichkeit einer ungezwungenen Classification, wenn es auch Manchem unrichtig erscheinen mag, Gleichzeitige zwei verschiedenen Zeitaltern zuzutheilen.

Aehnliche Schwierigkeiten treten entgegen hinsichtlich der Reihenfolge, in welcher man die repräsentirenden Chemiker eines Zeitalters betrachten soll. Die verschiedenen Zweige und Anwendungen der Chemie finden hin und wieder verschieden eifrige Bearbeitung; in verschiedenen Ländern wurde mitunter auf eigenthümliche Weise an ihrer Ausbildung gearbeitet, die Chemi-

ker desselben Landes stehen unter einander in näherm Zusammenhang, sie wirken mehr auf einander ein, als die Chemiker verschiedener Länder, namentlich zu den Zeiten, wo gemeinsames Zusammenwirken durch schnellere und allgemeinere Verbreitung aller Neuigkeiten noch nicht erleichtert war. Unter solchen Umständen ist manchmal die streng chronologische Reihenfolge nicht vollkommen einzuhalten, es ist in solchen Fällen, aber nur auf kurze Strecken, zu anticipiren und dann wieder zurückzugehen, um den eigenthümlichen Einfluß, welchen Ein Chemiker auf seine Umgebung ausübt, deutlicher nachweisen, um den ursächlichen Zusammenhang in den Richtungen der verschiedenen Chemiker besser begründen zu können.

Interesse und Nutzen der Geschichte der Chemie.

Solche Schwierigkeiten sind in der Natur der Sache selbst begründet; die Unvollkommenheiten, welche daraus hervorgehen, schwächen nicht das Interesse, was der Geschichte der Chemie eigenthümlich ist, sie heben nicht den Nutzen auf, der aus der historischen Behandlung dieser Wissenschaft entspringt.

Die Geschichte der Chemie ist hauptsächlich interessant durch den mannigfachen Wechsel ihrer Schicksale; wenig andere Wissenschaften haben von ihrem Ursprung an bis auf unsere Zeit so viele Schwierigkeiten, die ihrer Begründung, Aufklärung und Vervollkommnung im Wege standen, zu bekämpfen gehabt. Wenig andere auch haben sich so in Extremen bewegt, wie gerade die Chemie. Ihrer allgemeinen Stellung nach ist sie bald eine verachtete Beschäftigung, bald die gepriesenste Wissenschaft. Bald wird ihr aller wissenschaftliche Charakter abgesprochen, wird sie von dem Freund der Aufklärung als die Quelle unzähliger Irrthümer verabscheut, mit der Strenge des Gesetzes und der Geißel des Spotts verfolgt, von den Großen geächtet und mit dem Fluch der Kirche bedroht — bald wieder ist sie der Abgott, dem alle Stände sich beugen, die Wissenschaft, von welcher Jeder Bereicherung oder Belehrung erwartet. Bald wird ihre Ausübung nur insgeheim zu betreiben gewagt, bald wird ihr öffentlich der größte Vorschub geleistet. Die Art ihres Einflusses und ihrer Anwendung wechselt: bald erscheint sie in Begleitung aller Ausgeburten geistiger Verblendung und hilft das Ansehen derselben unterhalten — bald wieder zeigt sie sich als eins der wirksamsten Werkzeuge zur Vernichtung des Aberglaubens. Bald wird sie angewandt, um die mystischen Lehren theosophischer Verrücktheit zu unterstützen, bald wird sie als Grundlage des krassesten Materialismus vorgeschoben. Bald leitet Habsucht, bald reine Wißbegierde ihr Studium; die Beschäftigung mit

ihr ist bald Sache der Arzneikunde, bald Finanzspeculation; bald soll ihre Ausübung unmittelbar Haufen von Gold hervorbringen, bald soll sie nur mittelbar durch Beförderung der Gewerbe den Wohlstand heben. Bald soll sie das Unmögliche möglich machen, aus eigener Macht lebendige Geschöpfe hervorbringen und Pflanzen aus ihrer Asche erwecken, bald verwirft man sie selbst da, wo sie ungezwungen die richtigen Mittel, bestimmte Zwecke zu erreichen, angiebt und die Anwendbarkeit derselben zu rechtfertigen weiß. — Ihre Hülfswissenschaften wechseln: bald sucht sie sich auf Magie und Cabbala, Astrologie und Geisterbeschwörung zu stützen, sucht sie Belehrung in Visionen und Träumen — bald wieder geben die Grundsätze gesunder Philosophie, die nüchterne Anwendung der Mathematik auf zuverlässige Beobachtungen ihre Grundlage ab. Und auch, wo sie in der Wahl ihrer Hülfswissenschaften richtig zu Werke geht, schwebt sie doch anfangs gewöhnlich in Extremen, ordnet sie sich oder die Hülfswissenschaft ganz unter, bis langes Studium das richtige Verhältniß lehrt. Ebenso wechselnd wird ihr Werth als Hülfsmittel anderer Wissenschaften geschätzt: bald wird sie von allen zurückgewiesen, höchstens als Kunst betrachtet, die jedes geistigen Gehalts ermangele, und selbst von den Fächern verleugnet, welche ihrer doch kaum entbehren können — bald wieder wird sie als der allmächtige Hebel angesehen, Wissenschaften zu fördern, die mit ihr in gar keinem Zusammenhang stehen; werden ihr andere Wissenschaften unbedingt untergeordnet, deren Zweck doch ein ganz anderer ist. — Ihre Bekenner und Beförderer gehören allen Ständen an: Kaiser und Könige wie arme Umherzügler, Geistliche, Aerzte, unabhängige Liebhaber der Naturwissenschaften wechseln ab als die Bewahrer ihrer Kenntnisse; bald in Klöstern, bald in Apotheken haben wir die Tempel dieser Wissenschaft zu suchen; zu ihr bekennen sich Taschenspieler und Glücksritter wie schulgerechte Gelehrten. — Aus einem solchen Chaos der verschiedenartigsten Einflüsse bricht sich endlich die heutige Chemie ihre Bahn, nimmt eine selbstständige Stellung ein, ordnet ihr Verhältniß zu anderen Wissenschaften, wird ein wesentlicher Zweig allgemeiner Bildung, und nützt mehr in Bewährung einer vielseitigen Anwendbarkeit, als sich je die größten Schwärmer von der Verfolgung einer einseitigen Richtung versprachen.

Interesse der Geschichte der Chemie.

Die Geschichte der Chemie ist so durch das Wechselnde ihrer Schicksale anziehend; an interessanten Curiositäten ist auch bei specieller em Eingehen in die einzelnen Zeitalter kein Mangel. Gefehlt aber würde es sein, die allgemeine Geschichte der Chemie in der Art schreiben zu wollen,

Interesse der Geschichte der Chemie.

daß diese Punkte möglichst hervortreten; um eine deutliche Uebersicht zu geben, wie sich der heutige Zustand der Chemie herangebildet hat, dürfen wir im Gegentheil solchen Abschweifungen und Auswüchsen der Wissenschaft nur sehr beschränktes Gehör leihen, dürfen wir nur das heraus heben, was unter so verschiedenartigen Bedingungen für den heutigen Zustand der Chemie von wichtigerer Bedeutung geworden ist. Aus dem buntscheckigen Gemisch der entgegengesetztesten Einflüsse dürfen wir hier nur dasjenige mittheilen, was mit der eigentlich wissenschaftlichen Ausbildung der Chemie in näherm Zusammenhang steht, wenn wir aus dem Studium der Geschichte derselben zugleich Nutzen schöpfen wollen. Nützlich, und doch interessant, wird uns die allgemeine Geschichte der Chemie, wenn wir mit Beiseitesetzung alles Unwesentlichen ihre ununterbrochene Entwickelung durch so lange Zeit hindurch verfolgen; wenn wir zusehen, wie der aus dürftiger Quelle entsprungene Bach des chemischen Wissens sich durch Zuflüsse aus den verschiedenartigsten Gebieten vergrößert; wenn wir bei dem bald langsamern bald schnellern Laufe des entstehenden Stroms nie vergessen, welcher Quelle jede einzelne seiner Fluthen ihre Entstehung verdankt; wenn wir nicht jedem kleinern Abfluß nachgehen, sondern immer der Hauptrichtung des Stroms folgen. Seine Breite ändert sich oft; bald erstreckt er sich auf ein benachbartes Gebiet, so daß dieses eine Zeitstrecke hindurch als integrirender Theil des Strombetts angesehen werden kann, bald zieht er sich wieder in sein altes Bett zurück oder tritt nach einer andern Seite hin aus; aber nie verläßt er ein einmal besessenes Gebiet, ohne es reich befruchtet zu haben, nie, ohne Seitenkanäle zu hinterlassen, welche stets noch dem Strom seinen Einfluß sichern. —

Nutzen bringt uns die Geschichte der Chemie, indem sie die Erfahrungen so langer Zeiten zu unseren eigenen macht, indem sie uns durch so viele Beispiele von Mißachtung oder Ueberschätzung den wahren Werth der Wissenschaft, welche ihren Gegenstand bildet, und das richtige Verhältniß derselben, anderen Wissenschaften gegenüber, würdigen lehrt. Aus der Geschichte der Chemie lernen wir das eigentliche Verdienst wissenschaftlicher Leistungen besser beurtheilen; durch sie gelangen wir zu der Ueberzeugung, daß jede Arbeit, die Aufstellung jeder Ansicht, sei sie noch so vollkommen für die Zeit ihres Entstehens, nur eine Vorarbeit für spätere bessere Erkenntniß ist; daß also keine Ansicht auf vollkommen ungeänderte Beibehaltung Anspruch machen kann; daß die beste Leistung diejenige ist, welche, den Anforderungen ihrer Zeit entsprechend, Förderung der Erkenntniß in der Art veranlaßt,

um sie bald möglichst durch eine bessere ersetzen zu lassen; daß die beste Leistung diejenige ist, welche in sich die Keime einer neuen, ihr vorzuziehenden, trägt.

Nutzen der Geschichte der Chemie.

Nützt uns hiernach die Geschichte der Chemie, indem sie vor Ueberschätzung einzelner Ansichten, vor starrem Festhalten an einmal erfaßten Meinungen schützt, so warnt sie zugleich vor wegwerfendem Absprechen über die Ansichten Andersdenkender, indem sie uns anerkennen lehrt, daß nur durch einseitige Durchführung einer Meinung die Anwendbarkeit derselben erprobt werden kann, daß jeder Versuch einer solchen Durchführung die Wissenschaft bereichert hat, und daß die Ausbildung der vollkommeneren Ansicht immer nur durch das Vorhergehen einseitiger, sich entgegengesetzter, möglich gemacht wurde. Nicht leicht kann auf sicherern Grund hin ein richtiges Urtheil über die Bemühungen der Gegenwart und die oft so starr sich bekämpfenden Meinungen erlangt werden, als durch das Studium einer Wissenschaft, in welcher von jeher der Conflikt der entgegengesetztesten Ansichten zur Auffindung der richtigeren leitete.

Humanität in der Beurtheilung Andersdenkender wird so durch das Studium der Geschichte der Chemie vorzüglich geweckt. Der richtige Gesichtspunkt endlich, aus welchem überhaupt die Bemühungen Einzelner um die Erweiterung der Kenntnisse zu beurtheilen sind, wird daraus erkannt. Den Bestrebungen derjenigen, welche weniger die Förderung der Wissenschaft als die Hervorhebung der eignen Persönlichkeit bezwecken, welchen eine Erweiterung der Erkenntniß fast nur insofern wichtig ist, als sie sich einen Antheil daran beilegen zu können glauben, — dem persönlichen Getreibe, welches sich gerade in unsern Tagen oft so breit macht, kann nichts Wirksameres entgegengesetzt werden als die Verbreitung der historischen Kenntnisse über unsere Wissenschaft, welche uns überzeugen, daß keine Entdeckung im vollen Sinn des Worts eine selbstständige ist, daß jede von dem allgemeinen Geist ihrer Zeit bedingt und meist von ihm hervorgerufen, jedenfalls aber von den früheren Arbeiten vorbereitet ist. Wir begreifen dann, wie Eine Entdeckung gleichzeitig von Mehreren gemacht werden kann, weil sie gemacht werden muß, sobald die Bedingungen dazu gegeben sind, und nichts natürlicher ist, als daß diese Bedingungen auf mehrere gleichzeitige Individuen gleichzeitig einwirken. — Diese Ueberzeugung mindert nicht die Anerkennung, welche wir dem Genie und dem Fleiß schuldig sind, wodurch noch mangelhafte Bedingungen schneller ergänzt werden, und die Entwicklung der

Nutzen der Geschichte der Chemie.

Wissenschaft beschleunigt wird. Ehre genug bleibt denen, welche sich um Erweiterung der Kenntnisse verdient gemacht haben, wenn wir auch in der Wissenschaft einen Organismus anerkennen, der sich selbstständig ausbildet, und in den repräsentirenden Gelehrten nur die Organe, nicht die Beherrscher der Wissenschaft. Und daß sie uns dies anerkennen lehrt, darin besteht vorzüglich noch der Nutzen der Geschichte der Chemie; darin daß sie nicht allein die Erwerbung positiver historischer Kenntnisse vermittelt, sondern daß zugleich durch ihr Studium der wissenschaftliche Sinn geweckt und gehoben wird, der die Entdeckungen Einzelner nur als Ausbildung des Gesammtorganismus der Wissenschaft, die erweiterte Erkenntniß der einzelnen Wissenschaft nur als ein Zeichen der Entwicklung der Gesammtintelligenz ansehen läßt.

I. Zeitalter.

Kenntnisse der Alten.

Bevor wir die Geschichte der Chemie als die einer Wissenschaft beginnen, müssen wir einen Blick auf einen langen Zeitraum werfen, in dem sich zwar einzelne chemische Kenntnisse vorfinden, wo aber noch jede Zusammenfassung der chemischen Thatsachen, als zu Einer besondern Disciplin gehöriger, vermißt wird. Eine Betrachtung der chemischen Kenntnisse dieser frühesten Zeit, der ältern Geschichte der Chemie, darf hier nicht fehlen, wenn auch dabei von einer Verfolgung wissenschaftlicher Ansichten keine Rede sein kann. Die wissenschaftliche Chemie selbst steht mit empirischer Erkenntniß in zu nahem Zusammenhang und fußt zu sehr auf derselben, als daß wir diejenigen Zeiten ganz übergehen dürften, wo schon Thatsachen, die dem Gebiete der Chemie angehören, bekannt waren, wenn gleich damals noch nicht an eine Verknüpfung dieser Thatsachen durch ein geistiges Band gedacht wurde. Ein allgemeiner Ueberblick über die chemischen Kenntnisse der frühesten Zeiten ist um so nöthiger, wenn wir für die Entwicklung der wissenschaftlichen Ansichten in den folgenden Zeitaltern einen Ausgangspunkt haben wollen. Wir müssen die ersten Erkenntnisse chemischer Vorgänge hier zusammenfassen, um einen festen Punkt zu haben, von welchem aus wir dann bis auf die neueste Zeit verfolgen können, wie sich die Wissenschaft erweiterte, indem wir daran die genauere Einsicht in schon bekannte chemische Vorgänge und die Entdeckungen neuer chemischer Thatsachen anreihen und zusehen, wie sich dann mit der erweiterten empirischen Erkenntniß bald theoretische Ansichten, allgemeinere Begriffe von der Aufgabe und dem Zweck der Chemie verbinden.

Der Zeitraum, welchen wir hier in einem allgemeinen Ueberblick betrachten wollen, erstreckt sich von den ältesten Zeiten bis etwa zu dem vierten Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Die letztere Grenze wird dadurch ge- Dauer und Charakter.

Dauer und Charakter.

geben, daß bis zu ihr von der Chemie, als einer besondern Wissenschaft, nicht einmal der Begriff existirt, daß zwar einzelne chemische Thatsachen bekannt sind, aber ohne als zusammengehörig betrachtet zu sein; daß also die Chemie jener Zeit, wenn man die vereinzelten Bruchstücke von empirischer Erkenntniß so nennen darf, keinen Zusammenhang in sich, keine einzelne noch so beschränkte umfassendere Ansicht, und keinen allgemeinern Zweck hatte. Die Leistungen, welche sich so in vereinzelten und spärlichen Richtungen zeigen, sind alle ganz empirischer Art; die Erfahrung lehrt einige Thatsachen kennen, aber auf die Kenntniß derselben wird kein Versuch, sie zu erklären, gebaut; in der ältern Geschichte der Chemie trifft man keine theoretische Ansicht irgend durchgeführt, weder eine wahre noch eine falsche.

Die Grenze, bis zu welcher dieser Zustand der Chemie zu datiren ist, erscheint ungewiß. Die unverbürgten und großentheils fabelhaften Nachrichten, welche für eine frühere bestimmte Richtung der Chemie, als vor dem vierten Jahrhundert, sprechen sollen, werde ich in einem besondern Kapitel der Geschichte der Alchemie würdigen.

Was diesen Abschnitt charakterisirt, gestattet zugleich, einen so weit ausgedehnten Zeitraum in Einer Betrachtung zusammenzufassen. Während dieser langen Reihe von Jahrhunderten wechselt stets nur die Anzahl bekannter chemischer Thatsachen, nie die Art der Auffassung derselben; und ohne daß eine Verwirrung zu befürchten wäre, lassen sich z. B. die chemischen Kenntnisse der alten Griechen mit denen, wie sie die Römer etwa 1000 Jahre später besaßen, zusammenstellen und vergleichen. Durchgängig sind innerhalb des angedeuteten Zeitraums die chemischen Kenntnisse beschränkt auf das empirische Bekanntsein mit einigen Körpern, die uns jetzt als chemische Substanzen interessiren, auf das Bekanntsein mit gewissen Thatsachen und Processen, mit mehr oder weniger, je nachdem Zufall oder steigende Civilisation und damit vermehrte Bedürfnisse die Anzahl erweiterten. Von einem Streben, allgemeinere Gesichtspunkte aufzustellen, und sie nicht bloß mit abstracten Ideen beweisen, sondern auch ihre Anwendbarkeit auf sämmtliche bekannte Beobachtungen anwenden zu wollen, findet sich bei den Alten keine Spur; ebenso wenig von irgend einer theoretischen Ansicht über Zusammensetzung und Veränderung der Körper, insofern eine solche mit Erfahrungen belegt werden soll.

Eine vollständige Aufzählung aller in dem jetzt zu betrachtenden Zeitraum gemachten Wahrnehmunge wäre hier ermüdend und nutzlos, da sie

größtentheils ein Werk des Zufalls sind, und unter einander jedes Zusammenhangs entbehren. Ich beschränke mich hier auf einen ganz allgemeinen Ueberblick der Kenntnisse der verschiedenen Völker des Alterthums zu verschiedenen Zeiten, da zudem sich in den folgenden Theilen bei der Geschichte der einzelnen Lehren und Stoffe bessere Gelegenheit bietet, die Kenntnisse der Alten ausführlicher mitzutheilen.

Veranlassung chemischer Kenntnisse.

Mit der Existenz der Menschen sind zugleich auch Bedingungen und Veranlassungen gegeben, auf Thatsachen aufmerksam zu sein und sie zu benutzen, die in das Gebiet der Chemie gehören. Der Mensch hat Bedürfnisse, die er beachtet, um sein Leben zu erhalten oder angenehmer zu machen; er ist Krankheiten unterworfen; die ersteren sucht er zu befriedigen, die letzteren zu heilen. Zufällige Wahrnehmungen wurden also beachtet; davon ließ der Drang der Befriedigung vieler Bedürfnisse Thatsachen anmerken, die der technischen Chemie angehören; die Auffindung von Mitteln, womit man die Krankheiten zu heben suchte, führte auf die pharmaceutische Chemie. Fast alle chemischen Wahrnehmungen, welche die Alten machten, gehörten einer dieser Rubriken an, und eine Erweiterung der chemischen Kenntnisse durch Einführung anderer Motive bei der Berücksichtigung chemischer Thatsachen läßt uns sogleich ein anderes Zeitalter datiren.

Sofern die Veranlassung zur Erkenntniß von Thatsachen, welche wir als chemische bezeichnen können, allen Menschen gemeinschaftlich ist, dürfte es ein vergebliches Bemühen sein, Untersuchungen darüber anstellen zu wollen, bei welchem Volke zuerst sich derartige Kenntnisse finden. Das Volk, über welches wir die frühesten Nachrichten haben, erscheint uns auch als dasjenige, bei welchem wir die ersten dahingehörigen Kenntnisse antreffen. Das Datum einzelner derartiger Entdeckungen verliert sich in die Zeiten, von wo uns keine genauere historische Kunde zugekommen ist, und nur mythisch wird der Ursprung derselben angedeutet. So z. B. ist über die Unterscheidung, Benutzung und Gewinnung der Metalle uns nichts bekannt; wir finden sie bei allen Völkern des Alterthums von dem Anfang ihrer Geschichte an.

Chemische Kenntnisse verschiedener Völker des Alterthums.

Diejenigen alten Völker, über deren Kenntnisse in Betreff chemischer Thatsachen uns Nachrichten zugekommen sind, sind die Aegypter, die Phönicier, die Israeliten, die Griechen, die Römer, und die mit den letzteren in politischen Beziehungen stehenden Völkerschaften. — Die geschichtlichen Nachweisungen über die Chinesen gehen zwar ebenfalls in ein hohes Alterthum hinauf; an sich sehr mangelhaft interessiren sie uns jedoch nur wenig, da dieses Volk, wenn auch schon früh einen gewissen Grad von Civilisation erlangend, doch auf den allgemeinen Bildungsgang des menschlichen Geschlechts einen nur beschränkten Einfluß hatte, und namentlich kaum ein Zusammenhang zwischen seinen Kenntnissen und der Entwicklung der Wissenschaft bei den Völkern, welche später besonders in Hinsicht auf die Förderung der Chemie wichtig sind, nachzuweisen ist.

Sehr verschiedenartig an Ausdehnung und Genauigkeit sind die Aufschlüsse, welche wir über die Bekanntschaft der verschiedenen genannten Völker mit chemischen Thatsachen haben. Einiges muß ich zur Charakterisirung ihrer derartigen Kenntnisse hier mittheilen.

Kenntnisse der Aegypter.

Die Aegypter stellen sich uns in weit entfernten Zeiten als ein Volk dar, welches in den Künsten frühe und bedeutende Fortschritte gemacht hatte. Bau- und Kunstwerke aus einer Periode, die von der Gegenwart um drei Jahrtausende entfernt ist, sind noch vorhanden, aber schwer ist, aus ihnen sich einen Begriff über das Speciellere der Kenntnisse zu schaffen, denen sie ihre Entstehung verdankten; unsicher selbst sind die Mittheilungen, welche uns noch andern Völkern angehörige Schriftsteller des Alterthums darüber machen; unentziffert oder wenig Aufschluß gebend die schriftlichen Denkmäler, die jener Zeit und dem ägyptischen Lande selbst angehören. Was für unsern Zweck, über die chemischen Kenntnisse der alten Aegypter eine Vorstellung zu erhalten, vorliegt, ist wenig in Beziehung auf das, was ihnen wahrscheinlich bekannt war; viel für das älteste Volk, dessen Bekanntschaft mit chemischen Thatsachen wir zu untersuchen haben.

Die Gewinnung und Bearbeitung der Metalle mußte bei den Aegyptern zu einem verhältnißmäßig hohen Grad der Vollkommenheit gediehen sein, da nur diese ihnen die nöthigen Werkzeuge zur Darstellung vieler noch vorhandenen Kunstwerke geben konnten. Die Kunst des Färbens verstanden sie, und es läßt dies die Kenntniß mehrerer hierzu unentbehrlichen Stoffe voraussetzen. Auf die Bereitung der Farben legten sie einen so hohen Werth, daß z. B. ihre Geschichtschreiber angeben, welcher König zuerst die natürliche

blaue Farbe durch Kunst nachzuahmen versucht habe. Die Bereitung des Glases war ihnen bekannt; sie wußten Mittel, die Faulniß todter thierischer Körper zu verhindern. Auch die pharmaceutische Chemie mußte bei ihnen zu einiger Entwicklung gekommen sein, wenn wir den Zeugnissen der späteren Römer darüber trauen dürfen; Erzeugnisse chemischer Kunst sollen hiernach bei ihnen bereits medicinische Anwendung gefunden haben, und z. B. Grünspan und Bleiweiß schon zur Verfertigung von Pflastern und Salben gebraucht worden sein. Aus allem diesen geht hervor, daß ihnen mannigfaltige chemische Präparate zu Gebote gestanden haben, aber welche alle darunter begriffen sind, welche ihre Darstellungsmethoden waren, darüber ist nichts auf uns gekommen.

Kenntnisse der Aegypter.

Die Kenntnisse der Naturwissenschaften waren in Aegypten Eigenthum der Priesterkaste; geheimnißvoll wurden sie in den Tempeln gelehrt; nur erst in verhältnißmäßig späterer Zeit gelang es wißbegierigen Ausländern (Solon 600, Pythagoras 550, Herodot 440, Plato 380 v. Chr. u. a.), einen Blick in diese Mysterien thun zu dürfen; aber auch was uns von diesen mitgetheilt ist, entscheidet nicht, ob die Chemie mit zu diesen geheimen Kenntnissen gehörte, welche die Priester eifersüchtig jedem Uneingeweiheten zu verbergen suchten; ob die Chemie als wissenschaftliches Ganze und selbst ihr Name, wie Einige wollen (vergl. Chemie, Name), ägyptischen Ursprungs sei. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dem so sei; es bestärkt sich diese Vermuthung, wenn wir später die Völker, bei welchen sich der Anfang einer Zusammenfassung der chemischen Kenntnisse findet, hierzu erst gelangen sehen, wenn sie mit Aegypten in Berührung waren, zu einer Zeit, wo wiederholter Umsturz aller bestehenden Ordnung in Aegypten auch die Schranken niedergerissen hatte, welche früher einen Blick in die Naturgeheimnisse nur wenigen Eingeweiheten gestatteten. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dem so sei, aber bei dem gänzlichen Mangel aller historischen Zeugnisse können wir uns bei dieser Muthmaßung hier nicht aufhalten, wir werden im Verfolg dieser Geschichte die Thatsachen kennen lernen, welche vielleicht einen Rückschluß zu Gunsten dieser Ansicht veranlassen können; die ungegründeten Sagen aber, welche hinsichtlich einer sehr frühen Beschäftigung der Aegypter mit Chemie und namentlich Alchemie selbst in's Einzelne gehen, verschiebe ich bis zur speciellen Geschichte der letztern.

Ueber die Kenntnisse der Phönicier können wir ebenso wenig sichere Auskunft geben. Als ein industriöses Volk förderten sie ohne Zweifel die

Kenntnisse der Phönicier.

Kenntnisse der Phönicier.

Kenntniß chemischer Stoffe unter sich und unter den Nationen, mit welchen sie Handelsverbindungen hatten, da sie in technischen Künsten ziemlich hoch gestanden zu haben scheinen, und lebhaften Verkehr selbst mit den entfernteren Gegenden unterhielten. Auch bei ihnen läßt überdies ihre bekannte Kunstfertigkeit in der Färberei auf die Kenntniß sonstiger chemischer Producte schließen; ihre Kenntniß der Glasbereitung, deren erste Erfindung ihnen, wiewohl nur sagenhaft, zugeschrieben wird, mag gleichfalls als für die Chemie wichtig hier nochmals erwähnt werden, ebenso die Verbreitung des Zinns, womit sie wahrscheinlich zuerst die östlichen Völkerschaften bekannt machten.

Kenntnisse der Israeliten.

Hinsichtlich der vorgenannten Völker haben wir nur sehr mangelhafte Bruchstücke von Nachrichten, die uns nicht mit Gültigkeit zu urtheilen gestatten, was jene wußten, was im Gegentheil ihrer Beobachtung entgangen war; mit etwas mehr Zuversicht können wir auf die chemischen Kenntnisse der Israeliten schließen, da uns über den Culturzustand dieses Volkes vielfache Angaben zugekommen sind. Aber auch ihre Erfahrungen gingen nicht über wenige technische Wahrnehmungen hinaus. Von diesen verdankten sie ohne Zweifel die meisten den Aegyptern, unter welchen lange Zeit lebend, die Israeliten vielfache Gelegenheit hatten, sich die ihnen nützlich erscheinenden Kenntnisse anzueignen. Von den Metallen kannten sie Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen, und metallurgische Processe waren es überhaupt, auf die sich ihre Bekanntschaft mit hierher gehörigen Gegenständen beschränkte. Mochten ihnen auch vielleicht noch einige andere chemische Präparate, z. B. Soda, bekannt sein, so ist doch Ursache zu glauben, daß sie in keiner Weise die vorgenannten Völkerschaften an chemischen Kenntnissen übertrafen, daß sie vielmehr, was Anzahl und Anwendung der Thatsachen angeht, hinter ihnen zurückblieben.

Kenntnisse der Griechen.

Wenden wir uns nun zu den Nationen, bei welchen wir nicht auf unzuverlässige oder nur gelegentliche Nachrichten zu bauen brauchen, um uns über ihren Standpunkt zu den Naturwissenschaften überhaupt und namentlich über ihre auf Chemie bezüglichen Kenntnisse ein Urtheil zu verschaffen. Bei den Griechen und bei den Römern, bei beiden während der Zeit, wo ihre wissenschaftliche Ausbildung den höchsten Punkt erreicht hatte, ist dies der Fall; von beiden Völkerschaften haben wir noch genug schriftliche Denkmäler ihrer naturwissenschaftlichen Kenntnisse, und zwar von ihren ersten

Gelehrten selbst herrührende, um uns einen klaren Begriff über die Fortschritte zu bilden, welche sie die chemische Erkenntniß machen ließen. Kenntnisse der Griechen.

Bei den ältesten Griechen, in der Zeit z. B. als Homer schrieb (etwa 1000 v. Chr.), finden wir keine andern Thatsachen erwähnt, keine andern chemischen Producte genannt, als die schon den Aegyptern oder Phöniciern bekannt gewesen waren. Die metallurgischen Kenntnisse scheinen bei den Griechen jener Zeit nicht in dem Grad ausgedehnt gewesen zu sein, wie es z. B. bei den Israeliten lange vor ihnen der Fall war, wie man daraus sieht, daß Metalle, die sich zwar vererzt überall in großer Menge finden, aber nicht so leicht in dem regulinischen Zustand darzustellen sind, z. B. das Eisen, bei den Israeliten weit gewöhnlicher und weniger geschätzt waren, als bei den Griechen. Wie bei den letzteren noch zu Homer's Zeiten namentlich das Eisen ein seltneres Metall, und der Reductionsproceß also noch sehr unvollkommen und wenig betrieben sein mußte, ergiebt sich daraus, daß jenes Metall hier als sehr werthvoll geschildert wird, und daß zu Werkzeugen, wozu gerade das Eisen vorzugsweise geschickt erscheint, nicht dies, sondern minder geeignete, aber öfter gediegen vorkommende oder leichter aus ihren Erzen darstellbare Metalle, wie mit Zinn legirtes Kupfer, verwandt wurden.

So bedeutend der Aufschwung auch war, welchen die geistige Richtung bei den Griechen später nahm, so erfuhren doch die Naturwissenschaften, bei welchen die Beobachtung Ausgangspunkt des Studiums sein muß, und namentlich die Chemie, eine nur geringe Beachtung und machten nur spärliche Fortschritte. Diese Wissenschaften litten am meisten unter der den alten Griechen eigenen Geistesrichtung, auch in ihnen die Speculation zur hauptsächlichsten Führerin zu wählen, ohne daß sie danach gestrebt hätten, ihre Ideen mit genau constatirten Thatsachen zusammenzuhalten, um die Gültigkeit jener an der Uebereinstimmung mit den letzteren zu erproben. Die Gründe, wie sich eine solche Geistesrichtung erzeugen und so lange erhalten konnte, die Ursachen, warum fast kein Gelehrter der damaligen Zeit versuchte, in den Wissenschaften, die wie die Chemie eine praktische Grundlage haben, mit der Aufstellung speculativer Ansichten auch die empirische Untersuchungsweise zu vereinigen, ergeben sich klar aus den Lebensverhältnissen und den Sitten der Griechen. Um speciell an dem Gegenstand festzuhalten, der uns hier beschäftigt, genügt Folgendes zur Andeutung dieser Ursachen. Geistige Richtung der Griechen.

Geistige Richtung der Griechen.

Die Chemie stützt sich auf Thatsachen, und ihr Studium ist nur Auffindung und Betrachtung von Thatsachen; die ersten Thatsachen dieser Wissenschaft konnten nirgends andersher entlehnt werden, als aus den Erfahrungen, welche sich bei der Ausübung gewisser Künste, bei der Betreibung der Gewerbe ergeben. Aber wie die Gewerbe betrieben wurden, war im Allgemeinen nur der ungebildetsten Classe des Volks bekannt; hinsichtlich der Künste war es nur der ästhetische Theil, welcher die Aufmerksamkeit der Gebildeteren auf sich zog; die dabei vorkommenden Manipulationen, die das Material vorbereitenden Arbeiten erregten nicht das Interesse derjenigen, welche eine wissenschaftliche Erkenntniß aus der Beobachtung derselben hätten ziehen können. Die ganze geistige Kraft, aller wissenschaftliche Fleiß, warf sich auf abstracte Philosophie, auf Redekunst, auf Poesie, auf politische Geschichte und, meist in Verbindung mit letzterer, aber seltener, auf Geographie; von den Künsten wurden nur die schönen, von diesen nur der ästhetische Theil wissenschaftlich betrieben. Wenige ausgezeichnetere Kräfte verhältnißmäßig wandten sich der Medicin zu, von welcher damals indeß der Auffassung chemischer Kenntnisse keine Förderung erwuchs; obgleich die Medicin in Griechenland zu den am frühsten cultivirten Wissenschaften gehörte. Von den ältesten Aerzten an, über deren Arzneibereitungsmethoden wir noch einige Kenntniß haben (Chiron, Asklepios, die man in das 13. Jahrhundert v. Chr. setzt) bis zu Hippokrates (im 5. Jahrhundert v. Chr.) und noch lange nach ihm beschränkten sich die Arzneimittel größtentheils auf Pflanzensäfte ohne alle chemische Zubereitung; und von Körpern, die man als chemische Präparate ansehen kann, waren nur äußerst wenige, z. B. Eisenrost, in Anwendung. — Mathematik und Mechanik wurden noch weniger betrieben als die Medicin, den Naturwissenschaften im engern Sinn, mit spärlicher Ausnahme für die rein beschreibende Naturgeschichte, wurde fast gar keine Aufmerksamkeit zugewandt.

In diesen angedeuteten Lebensverhältnissen sehen wir auch den Grund, weßhalb wir bei den wissenschaftlichen Forschungen der Griechen so selten nur Versuche angestellt sehen. Der Kenntniß des Experimentirens muß die Kenntniß des Beobachtens vorausgehen, und wir sahen oben, wie für das letztere im Allgemeinen die Gelegenheit abgeschnitten war. Unstreitig beruht die Entdeckung mancher von den im Folgenden mitzutheilenden Thatsachen auf der Anstellung von Versuchen, die der meisten aber gewiß auf Zufall. Einige unter den alten Griechen scheinen allerdings den experimen-

tellen Weg eingeschlagen zu haben; aber von ihren Schriften ist nichts bis Geistige Richtung der Griechen.
zu uns gekommen. Von diesen wenigen wollen wir hier den bekannten Philosophen Demokrit von Abdera (im 5. Jahrhundert v. Chr.) nennen, welcher in Aegypten Belehrung suchte, und nach dem übereinstimmenden Zeugnisse mehrerer Schriftsteller (römischer aus dem 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung) sein Leben mit Experimentiren zubrachte. Von den Titeln seiner Schriften, welche allein uns überliefert sind, zeigt einer: χειρόκμητα (Handgriffe) jedenfalls ein Werk an, welches sich auf praktische Grundlage stützt. —

Verloren indeß sind für uns diese frühen Versuche, auf experimentellem Wege die Natur zu ergründen. Zur Belehrung über die herrschende Richtung unter den Griechen müssen wir die philosophischen Werke befragen, die wir noch besitzen und welche vieles auf Naturwissenschaften im Allgemeinen Bezügliches enthalten. Ueberall tritt hier die eigenthümliche Richtung hervor, zu generalisiren, sich von jeder Einzelnheit durch eine Kette oft kühner Schlußfolgerungen sogleich zu möglichst allgemeinen Philosophemen zu erheben. Wo sich die griechischen Gelehrten mit naturwissenschaftlichen Betrachtungen beschäftigten, da ging ihr Bestreben darauf hin, aus einem einzelnen für wahr angenommenen Satz alle Erscheinungen a priori durch Schlußfolgerungen voraussagen und erklären zu wollen. Derjenige Grieche, der für die Naturwissenschaften am bedeutendsten wurde, Aristoteles von Stagira (384 — 322 v. Chr.), sprach geradezu die Ansicht aus, daß man bei der Naturforschung von dem Allgemeinen auf das Besondere übergehen müsse. Der mühsamere aber sicherere Weg, welchen die Naturwissenschaften seitdem mit Erfolg eingeschlagen haben: zu allgemeineren Schlüssen sich nur durch Vervielfältigung einzelner Beobachtungen zu erheben, den Beweis für eine Erklärung stets mit Beobachtungen zu belegen oder doch wenigstens jede Schlußfolgerung noch an der Erfahrung zu erhärten — wurde somit von den Alten gänzlich übersehen, und wenn auch Aristoteles an einer andern Stelle einmal äußert, daß man zuerst Thatsachen und die Dinge, an welchen sie sich ergeben, kennen lernen müsse, um aus ihnen allgemeine Folgerungen abzuleiten, so folgte doch weder er noch irgend ein anderer der uns bekannten Gelehrten seiner Zeit diesem letztern Ausspruch.

Allerdings zwar finden wir Thatsachen hin und wieder erwähnt, deren Kenntniß nur das Resultat aufmerksamer Beobachtung sein konnte. So z. B. theilt Aristoteles mit, daß das Meerwasser, wenn es durch Thon

Geistige Richtung der Griechen.

dringt, seinen Geschmack verliert und trinkbar wird; er kennt die Ursache, weßhalb das salzige Meerwasser schwerer belastete Schiffe zu tragen im Stande ist, als das Flußwasser; er erwähnt des Umstands, daß dieselbe Wassermenge um so schneller verdampft, eine je größere Oberfläche man ihr giebt. Allein alle diese Wahrnehmungen gingen zunächst nicht aus wissenschaftlichem Streben hervor; sie waren zufällig gemachte Beobachtungen; sie stützten sich nur wenig auf absichtliche Versuche, und das Experimentiren war auch nicht die stärkste Seite der griechischen Gelehrten. Niemand wird sich wundern, daß Plato (400 v. Chr.) eine falsche Ansicht von der Bildung des Rostes aus dem Eisen hatte und sie der Entweichung eines Stoffs zuschrieb, denn die Experimente, wodurch die Unhaltbarkeit dieser Ansicht erkannt wird, gehören zu den feineren; aber daß z. B. Aristoteles als das Resultat genauer Versuche angiebt, ein mit Asche gefülltes Gefäß nehme gerade so viel Wasser auf als ein leeres, zeigt uns hinlänglich, was damals unter Feststellung von Thatsachen durch das Experiment verstanden wurde. — Daß auf Versuche wenig Werth gelegt, und diese deßhalb selten und mit wenig Sorgfalt angestellt wurden, war die nothwendige Folge der angedeuteten geistigen Richtung. Ganz natürlich muß es also erscheinen, daß alle Fragen, die nur mit Hülfe zahlreicher Beobachtungen beantwortet werden können, mit unbestimmten, oft ganz dunkeln Philosophemen zu beseitigen gesucht wurden, und gewissermaßen um eine solche Methode plausibler zu machen, finden wir dieselben unbestimmten Aussprüche auch auf Erscheinungen des gewöhnlichen Lebens, die mit den Naturwissenschaften in Beziehung stehen, angewandt.

Unter diesen Umständen ist aus der Reihe der griechischen Gelehrten kein einziger als Beförderer von Kenntnissen nachzuweisen, die mit der Chemie in näherem Zusammenhang stehen. Hier ist nur noch zu zeigen, wie ihre Leistungen in Bezug auf Naturwissenschaften der oben angedeuteten rein speculativen Richtung, mit gänzlicher Vernachlässigung der empirischen Grundlage, sich anschlossen. Ein Blick auf einige Untersuchungen der Alten, die mit unserm Gegenstand noch am ersten in mittelbarem Zusammenhang stehen, dürfte um so angemessener erscheinen, da aus dieser Untersuchungsart hervorgegangene Ansichten noch lange sich in Geltung erhielten, und man selbst noch spät suchte, sie mit den Resultaten richtigerer, mehr beobachtender, Methoden in Einklang zu bringen.

Frage nach den Elementen.

Es gehört hierher namentlich die Untersuchung über die letzten Bestandtheile der Körperwelt, über die Elemente. Ob ich gleich im zweiten Theil das Geschichtliche der Lehre von den Elementen speciell zu erörtern habe, scheint es doch angemessen, hier schon Einiges über die Ansichten der Griechen in Bezug auf diese Frage mitzutheilen; besonders da überhaupt die Art der Beantwortung derselben uns noch mehrmals einen Anhaltspunkt zur Definirung bestimmter Perioden abgeben wird, und sie namentlich für den jetzt in Rede stehenden Zeitraum ein charakteristisches Beispiel ist, wie die scharfsinnigsten Gelehrten der Griechen über Gegenstände urtheilten, zu deren Erforschung nach unsern jetzigen Begriffen empirische Erkenntniß das hauptsächlichste Hülfsmittel ist.

Die Lehre von den letzten Bestandtheilen der Körper wurde von den Griechen früh berücksichtigt, aber keiner nahm die Auflösung des Problems in dem Sinn, wie sie später von schärferen Beobachtern als die richtige erkannt wurde. Das Problem war stets dasselbe; gerade die Art, wie die Griechen einen derartigen Gegenstand aus Mangel an Beobachtungen nothgedrungen abstract auffaßten, um zu einer Beseitigung der sich aufdrängenden Frage zu gelangen, zeigt sich hier auf's hervorstechendste. Die Frage nach den Elementen der Körperwelt wurde anfangs zusammengefaßt mit der über die Bedingungen der Entwicklung einzelner Classen von Naturkörpern; wahrscheinlich wenigstens ist es so zu verstehen, und schon einige Alte legten es dahin aus, warum schon um 600 v. Chr. Thales das Wasser den Urstoff aller Körper nannte, welchem bald andere Philosophen mit abweichenden Behauptungen entgegentraten, wie denn, wahrscheinlich in ähnlichem Sinn, Anaximenes (557 v. Chr.) die Luft, Heraklit (500 v. Chr.) hingegen das Feuer als den Stoff hinstellte, aus welchem alle Dinge des Weltalls entstanden sein sollten. Wichtiger für die Chemie, als die eben erwähnten Ansichten, wurde die Lehre des Aristoteles über die Elemente des Universums. Die Ansichten dieses Gelehrten, von denen es dahingestellt bleibt, ob sie von ihm ursprünglich ausgingen, oder ob sie ihm von früherher überliefert waren und in seiner Darstellung nur mehr wissenschaftliche Begründung erhielten, übten längern Einfluß auf die Meinungen in den Naturwissenschaften aus, als dies seitdem irgend einer andern Lehre wieder zu Theil geworden ist. Die Betrachtungsweise des Aristoteles berücksichtigte nicht mehr allein die Nebenbedingungen der Entstehung der verschiedenen Körper, sondern sie schien über die wirklichen Eigenschaften der-

Frage nach den Elementen.

selben durch Zuziehung der Annahme einer Mischung Aufschluß zu geben. Die Aristotelische Lehre indeß umfaßte nur eine Ansicht über die wichtigsten Eigenschaften der Körper, welche sie als das Resultat des gleichzeitigen Inwohnens, der Mischung, mehrerer Grundeigenschaften betrachtete; sie sprach von Bestandtheilen, von Elementen, nur in dem Sinn als von supponirten Trägern dieser Grundeigenschaften; nicht aber nahm sie die Elemente als materielle Urbestandtheile, als unzerlegbare Substanzen, welche in den Körpern empirisch nachweisbar enthalten sind und durch deren Mischung alle Körper des Universums bestehen. Sie richtete deßhalb nicht ihre Aufmerksamkeit auf die Untersuchung dieser Elemente im möglichst isolirten Zustand, auf ihre Darstellbarkeit. Eine unrichtige Deutung der Aussprüche des Aristoteles war es, seine Elemente, die nur gewisse Zustände der Materie, Grundeigenschaften, bezeichnen sollen, als materielle Substanzen zu betrachten; viele Chemiker wurden indeß später bei ihren Bemühungen, die Urbestandtheile isolirt darzustellen, dazu verleitet, eine scheinbare Uebereinstimmung ihrer Versuche mit der falschen Auffassung der Aristotelischen Lehre, in welcher sie befangen waren, erkünsteln zu wollen. Daß aber die Lehre des Aristoteles über die Elemente der Körper nicht das, was wir jetzt chemische Bestandtheile derselben nennen, im Auge hatte, sondern nur auf eine abstractere Betrachtung gewisser Eigenschaften ging, ergiebt sich hinlänglich aus der Art der Beweisführung für diese Lehre. Aristoteles geht davon aus, daß die Elemente oder Ureigenschaften der materiellen Dinge suchen, nichts anderes heißt, als die der sinnlichen, d. h. der tastbaren. Als Ur- oder Elementareigenschaften müssen somit diejenigen gelten, die sich dem Tastsinn offenbaren, z. B. heiß, kalt, trocken, feucht, schwer, leicht, hart, weich u. s. w. Er erkennt von diesen nur die vier ersten als Ureigenschaften an, weil die andern theils nicht so allgemein seien, theils nur secundäre Erscheinungen aus dem Zusammentreffen einiger von den vier ersten. So kommt er zu dem Schluß, daß vier Elementareigenschaften, heiß, kalt, trocken, feucht, zu statuiren seien, deren Besitz die verschiedenen Elemente, die Träger der Elementareigenschaften, charakterisiren müsse. Er nimmt nun weiter an, das Zusammentreffen von je zwei solcher Eigenschaften komme Einem Element zu, und da dasselbe Element nicht zwei total entgegengesetzte Eigenschaften haben kann, z. B. nicht zugleich feucht und trocken sein kann, so bleiben vier Combinationen, vier Elementarzustände der Materie, wovon er den Zustand der gleichzeitigen Trockenheit und Hitze dem Feuer, der

Hitze und Feuchtigkeit der Luft, der Feuchtigkeit und Kälte dem Wasser und der Kälte und Trockenheit der Erde beilegt. Diese vier Elementarzustände der Materie, diese vier Elemente sind es, aus denen nach Aristoteles alle Substanzen zusammengesetzt sind, und welche ihnen ihre Eigenschaften verleihen. Dieselbe äußere Eigenschaft kann indeß durch zwei verschiedene Elementarzustände hervorgebracht werden; so entsteht der Begriff des festen Zustands aus der Combination der Trockenheit und der Kälte; er kann aufgehoben werden durch Einen der entgegengesetzten Begriffe, durch Feuchtigkeit oder durch Hitze (Auflösen oder Schmelzen). — Uebrigens nahm Aristoteles außerdem in dem Weltall ein fünftes Element von noch höherer ätherischer Natur an, und dieser geistigere fünfte Bestandtheil (ὀυσία, essentia) hat später bei den Anhängern seiner Lehre eine wichtige Rolle gespielt, wie namentlich noch lange nach ihm die Aufsuchung der essentia quinta (der Quintessenz), dieser unbekannten höhern Elementarpotenz, in allen Körpern von denen versucht wurde, welche unter der abstracten Bezeichnung ein materielles Wesen angezeigt wähnten. Frage nach den Elementen.

Von den empirischen Kenntnissen der Griechen in der Chemie ist wenig zu erwähnen; Thatsachen von Bedeutung wurden durch ihre Beobachtungen nur sehr wenige bekannt. Theophrastos (geboren 371 v. Chr. auf der Insel Lesbos, Schüler von Plato und Aristoteles, gestorben 286 zu Athen) ist der bedeutendste uns erhaltene Schriftsteller der Griechen in Bezug auf Mittheilung einzelner naturwissenschaftlicher Erfahrungen, welche uns hier specieller interessiren. Das wichtigste Werk, welches wir noch von ihm besitzen und dessen Aechtheit unzweifelhaft ist, handelt über Mineralien (περὶ λίθων ist der Titel). Man findet darin die erste Erwähnung der Steinkohlen, des Zinnobers, Schwefelarseniks; einzelne Mittheilungen über die Bereitung des Bleiweißes und der Mennige u. s. w., wie ich später genauer erörtern werde. — Die Kenntniß der Griechen hinsichtlich der Metalle beschränkte sich auf das schon den Israeliten Bekannte; doch scheinen die Griechen zuerst den Begriff des metallischen Zustands allgemeiner erfaßt, und die metallischen Substanzen mit einem gemeinsamen Namen belegt zu haben. Empirische Kenntnisse.

Von naturwissenschaftlichen Kenntnissen der Römer in Bezug auf unsern Gegenstand ist erst von der Zeit an die Rede, wo die Griechen unter Kenntnisse der Römer.

Kenntnisse der Römer.

die römische Herrschaft kamen und ihre Besieger mit ihren wissenschaftlichen Leistungen bekannt machten. Wir fassen damit zusammen, was uns von griechischen Schriftstellern übrig geblieben ist, die zu der Zeit schrieben, als Griechenland dem römischen Reich einverleibt war. Findet sich gleich auch unter den Römern keiner, der sich der Erforschung von chemischen Thatsachen vorzüglich widmete, so zeigt uns doch die Zeit, wo der römische Staat zu seiner höchsten Blüthe gelangt war, Männer, die an naturwissenschaftlichen Kenntnissen alle früheren weit übertrafen. Die große Ausdehnung des römischen Reichs ließ die Römer mit einer großen Menge von Thatsachen bekannt werden, und glücklicherweise fanden sich Gelehrte, die Vieles hierüber sammelten und uns aufbewahrt haben. Ueber kein Volk des Alterthums können wir, was Kenntniß chemischer Thatsachen angeht, uns ein so genaues und gerechtfertigtes Urtheil bilden, als gerade über die Römer, und zwar namentlich für die Zeit des ersten Jahrhunderts n. Chr.

Die Hindernisse, die wir oben in der geistigen Richtung der Griechen einem wissenschaftlichen Eindringen in die Naturlehre entgegenstehen sahen, finden wir auch bei den Römern wieder. Die Römer gingen auf die geistige Richtung der Griechen, ihrer Lehrer, ein, aber sie blieben an Ideenreichthum hinter ihnen zurück, ohne sie an scharfer Beobachtung der Thatsachen viel zu übertreffen. Die Schriften, welche uns von ihnen über Naturwissenschaften hinterlassen worden sind, enthalten sorgfältige Sammlungen von Thatsachen, aber diese Thatsachen sind oft ohne Sachkenntniß mitgetheilt, stets ohne Originalität und selbstständiges Weiterforschen, ohne jeden Versuch, aus den gesammten Beobachtungen allgemeinere Resultate abzuleiten. Doch thut sich in diesen Schriften kund, welcher Zuwachs der Erfahrung zur Zeit des ersten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung erwachsen war, im Vergleich mit dem, was wir von der um 400 Jahr frühern Zeit des Aristoteles und Theophrastos wissen. Die Schriftsteller, welche wir hier vorzüglich zu beachten haben, sind unter den griechischen Dioskorides, unter den römischen Plinius der Aeltere.

Dioskorides.

Dioskorides, aus Anazarbä in Kleinasien gebürtig, lebte in der Mitte des ersten Jahrhunderts n. Chr. Er begleitete die römischen Heere auf mehreren Feldzügen in Asien, und erwarb sich bemerkenswerthe Kenntnisse in der Zubereitung verschiedener Arzneien und in chemischen Manipulationen. Das Werk, worin er diese niedergelegt hat, das erste, welches die gesammte

Materia medica seiner Zeit zusammenfaßt, ist uns erhalten (5 Bücher περὶ ὕλης ἰατρικῆς oder de medicinali. materia); Dioskorides selbst steht bei den türkischen Aerzten noch heutzutage als Autorität in Ansehen. Bei ihm zuerst finden wir eine Art der Destillation, und Anleitungen zu Processen, welche einfache chemische genannt werden können, wie die Gewinnung des Quecksilbers aus Zinnober und das Rösten des rohen Spießglanzes. Mehrere chemische Präparate waren ihm bekannt, wie Kalkwasser, Zinkoxyd, Kupfervitriol, Bleiweiß. In seinen Schriften finden wir die ersten sicheren Kenntnisse über Darstellung einzelner künstlicher Produkte verzeichnet, wobei eine gewisse Kenntniß von Apparaten vorausgesetzt werden muß. Dioskorides.

Ungleich mehr Thatsachen, aber zum Theil schlecht verstanden und oft ohne eigne Einsicht zusammengetragen, finden wir bei Cajus Plinius Secundus dem Aeltern. Er war zu Verona im Jahr 23 n. Chr. geboren, und kam 79 durch einen Ausbruch des Vesuvs um sein Leben. Seine umfassende Historia naturalis in 37 Büchern enthält namentlich im 33. bis 37. Buche viele Notizen, die über die chemischen Kenntnisse der damaligen Zeit Aufschluß bieten; giebt er gleich meist bloße Compilation, zum Theil wörtliche Abschriften aus Theophrast und Dioskorides, so sind seine Folgerungen allgemeinerer Wahrheiten doch oft treffend, und sein Werk steht überhaupt als eins der schätzbarsten Denkmäler über naturwissenschaftliche Kenntnisse des Alterthums da. Plinius.

Nach dem, was sich in den Schriften der beiden eben genannten Gelehrten findet, kann man sich einen allgemeinen Begriff über den Umfang der chemischen Thatsachen machen, die im ersten Jahrhundert n. Chr. bekannt waren. Es wird dies einigermaßen dadurch erschwert, daß wir nicht immer die genaue Bedeutung der von den Alten gebrauchten Bezeichnungen mit Sicherheit zu bestimmen wissen, da ihre Beschreibungen oft zu ungenügend sind, um den Körper, von welchem sie sprechen und den sie nennen, erkennen zu lassen. Ebenso geht mitunter einige Unsicherheit daraus hervor, daß in der damaligen Zeit manchmal Namen für einzelne Substanzen gebraucht wurden, womit man später andre belegte, oder daß derselbe Name verschiedenen, sich aber im Aeußern ähnlichen, Körpern beigelegt wurde. So wissen wir nicht, was das stannum der Römer eigentlich war, über die wahre Bedeutung ihrer Bezeichnungen alumen, nitrum u. s. w. haben Empirische Kenntnisse im I. Jahrhundert n. Chr.

Empirische Kenntnisse im I. Jahrhundert n. Chr.

wir nur mehr oder weniger gerechtfertigte Muthmaßungen, und sicher ist nur, daß sie darunter nicht die Körper verstanden, die später allgemein mit diesen Namen belegt wurden. So findet sich bei Plinius molybdena als die Bezeichnung der Bleiglätte gebraucht, unter minium wurde hin und wieder Zinnober verstanden. Aes bedeutet, ohne unterscheidenden Zusatz, bald Kupfer, bald Messing u. s. w. Was sich mit einiger Sicherheit hinsichtlich der Kenntnisse der Römer über chemische Thatsachen herausstellt, läßt sich in Folgendem zusammenfassen.

Von den Metallen werden bei ihnen die bereits im Vorstehenden als bei den ältesten Völkerschaften bekannt erwähnten genannt, Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen; hierzu kommt noch das Quecksilber, welches sich bei den Schriftstellern des 1. Jahrhunderts zuerst angeführt findet, indeß nicht in der Weise, als ob es zu dieser Zeit neu oder auch nur kurz vorher entdeckt worden sei. — Bei Plinius finden wir über das geographische Vorkommen dieser Metalle viel mitgetheilt, weniges und sehr Unvollkommnes aber nur über die Art der Darstellung. Daß die letztere noch lange nicht auf der Stufe der Ausbildung stand, zu welcher sie sich später emporschwang, ersieht man daraus, daß sowohl die Werthverhältnisse der verschiedenen Metalle als auch ihre Anwendungen zu den verschiedenen Zwecken des Lebens in ganz anderer Weise geordnet waren, als dies später, wo zweckmäßigere Darstellungsprocesse die öfter, aber stets vererzt, vorkommenden Metalle gemeiner machten, der Fall war. — Die Alten jener Zeit kannten das Mittel, durch Legirung verschiedener Metalle Materialien sich zu verschaffen, die für bestimmte Zwecke passender erschienen, als einzelne Metalle für sich; in diese Legirungen wußten sie auch das Zink eingehen zu machen, welches ihnen indeß im isolirten Zustand nicht bekannt war. Die auflösende Kraft des Quecksilbers auf Gold kannten sie, und wandten das so erhaltene Goldamalgam zur Vergoldung an. Die verschiedene Schmelzbarkeit der verschiedenen Metalle war ihnen gleichfalls bekannt, wenn sich auch in ihren Angaben oft grobe Beobachtungsfehler finden, und sie wußten diesen Umstand zum Löthen und zum Verzinnen zu benutzen.

Man verstand damals bereits die Metalle verschiedenen Processen zu unterwerfen, woraus man dann neue Produkte erhielt, aber keine nähere Untersuchung wurde angestellt und keine Ansicht ausgesprochen über die Art der Verwandlung, welche die Metalle bei diesen Processen erleiden. So wußte man das Eisen in Stahl zu verwandeln, die dazu anwendbaren

Kunstgriffe waren indeß keineswegs allgemein bekannt. Von mehreren Metallen wurden die Oxyde dargestellt, und namentlich in der Heilkunde angewandt; so vom Kupfer, vom Blei, (die Bleiglätte und die Mennige) vom Zink, alle durch Erhitzen des isolirten oder in einer Legirung enthaltenen Metalls; auch der Eisenrost fand medicinische Anwendung, ebenso das Produkt, welches durch Röstung des Schwefelantimons erhalten wurde. — Außer dem Schwefelantimon kannten die Alten noch von Schwefelverbindungen der Metalle den Zinnober, das Schwefelkupfer (im Kupferglanz und Kupferkies) und das gelbe und rothe Schwefelarsenik, welche beide letzteren sie, mehr indeß aus Mangel an genauer Distinction, als aus Kenntniß der wirklich gleichartigen qualitativen Zusammensetzung, für nicht wesentlich verschieden hielten. Empirische Kenntnisse im I. Jahrhundert n. Chr.

Von salzartigen Verbindungen der Metalle waren ihnen das Bleiweiß und der Grünspan bekannt, die sie beide nach Methoden darzustellen wußten, welche sich von den noch jetzt gebräuchlichen nur wenig unterscheiden; ein natürlich vorkommendes kohlensaures Kupfer, denn dies war es wahrscheinlich, was sie unter dem Namen chrysocolla als Farbe brauchten, kieselsaures oder kohlensaures Zink, was sie zur Messingbereitung verwandten, schwefelsaures Kupfer und schwefelsaures Eisenoxydul, beide sicher nicht im reineren Zustand. Sonst kannten sie außer dem Kochsalze nur wenig neutrale Salze, diejenigen, welche wir jetzt Salpeter und Alaun nennen, zuverlässig nicht, ob sich gleich die entsprechenden Namen erwähnt finden, ob Salmiak, ist sehr zweifelhaft; wahrscheinlich aber war ihnen Soda bekannt, sicher Potasche, deren Wirkung man durch Zusatz von gebranntem Kalk zu steigern wußte.

Die Bereitung des Glases wurde fortwährend betrieben und man wußte diesem Produkt durch Zusatz metallischer Substanzen verschiedene Farben zu geben.

Die Kenntnisse der Alten in Hinsicht auf Substanzen, die in das Gebiet der organischen Chemie gehören, waren noch beschränkter. Den Essig (die einzige Säure, die ihnen überhaupt bekannt war, außer, wenn man sie hier aufführen will, die schweflige Säure, da die Reinigung der Wolle mit Hülfe angezündeten Schwefels bei ihnen Anwendung fand) hatten sie nur im unreinen und sehr verdünnten Zustand. Seife, von verschiedener Consistenz, war den Römern gleichfalls bekannt, auch die Bestandtheile im Allgemeinen, woraus sie dargestellt wird, obgleich sie wenig bei ihnen

Empirische Kenntnisse im I. Jahrhundert n. Chr.

bereitet, sondern hauptsächlich aus Germanien nach Italien eingeführt wurde; nicht aber wußten sie, wodurch sich eigentlich die harte von der weichen Seife unterscheidet. Die Fähigkeit des Bleioxyds, sich mit Fetten zu verbinden, wurde zur Bereitung eines unserm Bleipflaster ganz entsprechenden Präparats benutzt. — Des Zuckers gedenkt Dioskorides; die Stärkebereitung wurde zu Plinius Zeit schon im Großen betrieben. Weingeist im reinern, brennbaren Zustand war den Römern nicht bekannt, sondern nur verunreinigt und verdünnt in den gewöhnlichen geistigen Getränken. — Von organischen Farben waren bei ihnen sowohl thierische als auch Pflanzensäfte im Gebrauch, von ersteren namentlich der Saft der Purpurschnecke, von letztern unter andern Indigo. — Die Wirkung von Soda und gefaultem Harn, Veränderungen in den Farben hervorzubringen, fand Anwendung; ebenso wußten sie die löslichen Farbestoffe an Erden zu binden, um Lackfarben darzustellen. Beizmittel scheinen den Römern nicht bekannt gewesen zu sein, indeß deuten einige Aussagen darauf hin, daß in Aegypten diese Kunst gekannt aber geheim gehalten war. — Ueber die Eigenschaften der adstringirenden Stoffe scheint den Alten wenig bekannt gewesen zu sein; über den Proceß, welchen sie bei der Bereitung des Leders einschlugen, und wobei noch am ersten darüber Wahrnehmungen gemacht werden mußten, findet sich keine Beschreibung bei den Schriftstellern jener Zeit. Der Saft der Galläpfel wurde zwar angewandt, um durch die Farbenveränderung in einigen Fällen zwischen ähnlichen Substanzen unterscheiden zu können (vergl. Reagentien), aber ohne daß weitere Betrachtung der Natur des Vorgangs oder der Umstände, unter welchen wirklich Farbenveränderung eintreten muß, erwähnt wäre.

Das Vorstehende gestattet einen Begriff, inwiefern den Alten das, was wir jetzt unter chemischen Operationen verstehen, geläufig war. Die hauptsächlichste praktische Beschäftigung der Chemiker, die Destillation, mit deren Vervollkommung sogleich die Entdeckung einer Menge Substanzen gegeben war, erscheint bei den Alten nur in der ersten Andeutung. Plinius erzählt, wie man Harz (Terpenthin) in Töpfen erhitzt, deren Oeffnung mit Wolle überdeckt ist, um den darin sich verdichtenden Dampf (das Terpenthinöl) zu erlangen. Dioskorides beschreibt eine ähnliche Destillation; Zinnober wurde mit Eisen in einem Gefäße erhitzt, das mit einem Deckel verschlossen war, an welchem sich das frei werdende Quecksilber verdichtete.

Ich habe hier die chemischen Kenntnisse der Alten nur in allgemeinen Zügen darzustellen gesucht; die näheren Belege und Ausführungen werde ich in den folgenden Theilen nachtragen, und wir wollen nun zu der Betrachtung übergehen, wie sich der Zustand der Chemie für die späteren Zeiten veränderte.

Wir haben aus der Litteratur der Alten kein Werk weiter, was für die zunächst folgenden Jahrhunderte mit gleicher Vollständigkeit uns einen Ueberblick über die chemischen Kenntnisse erlaubte, wie dies die Naturgeschichte des Plinius für das erste Jahrhundert n. Chr. thut. Der Schriftsteller, von welchem man für das zweite Jahrhundert am ersten wenigstens einige Anhaltspunkte für eine solche Uebersicht erwarten könnte, ist der bekannte, zu dieser Zeit lebende, Arzt Claudius Galenus (geboren 121 n. Chr. zu Pergamos in Kleinasien, in Aegypten zum Arzt gebildet). Es findet sich indeß von ihm über die Bereitung chemischer Präparate nichts mitgetheilt, und wenn er auch die Wirkung von Arzneien bestimmten Eigenschaften derselben zuschreibt, so versteht er doch darunter keineswegs solche, die wir jetzt mit der Bezeichnung chemische belegen. Da wir in einem spätern Zeitalter eine medicinische Theorie kennen lernen werden, welche für die Geschichte der Chemie von der größten Wichtigkeit wurde, und diese Theorie andrerseits gerade die bis dahin in Ansehen gebliebenen Ansichten des Galenus zu bekämpfen hatte, so mögen zu einer bessern Würdigung der Sachlage für jene Zeit, wo sich ein Kampf zwischen beiden Theorien entspinnt, die Meinungen des Galen kurz angeführt werden. Sie stützen sich auf die Lehre des Aristoteles von den vier Elementen, und zwar erscheinen hier die verschiedenen Elemente geradezu als Qualitäten genommen. Nach Galen giebt es vier Grade der Qualität, die mit den Eigenschaften der Aristotelischen Elemente zusammenfallen; trocken und heiß, trocken und kalt, feucht und heiß, feucht und kalt. Der Zustand der Gesundheit oder Krankheit wird nach Galenus bestimmt durch die Mischung und Form der Elemente; sind diese in dem Körper abnorm, ist der Körper zu stark erhitzt, erkältet, gefeuchtet oder getrocknet, so muß durch Arzneimittel von der entgegengesetzten Beschaffenheit entgegengewirkt werden.

Kenntnisse in der Zeit nach dem I. Jahrhundert n. Chr.

Wir sehen hiernach bei dem bedeutendsten Arzt der ersten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung keine Andeutung von chemischen Eigenschaften der Körper, von chemischer Wirkung der Arzneimittel, wie denn überhaupt keine

Kenntnisse in der Zeit nach dem I. Jahrhundert n. Chr.

Nachrichten über weitere chemische Thatsachen. — Andere Quellen, die uns in dieser Beziehung über seine Zeit und das nächstfolgende Jahrhundert unterrichten könnten, fehlen uns.

So weit gehen unsere Nachrichten über die den Alten bis zu dem vierten Jahrhundert bekannt gewesenen chemischen Thatsachen und sonstige mit der Chemie in Verbindung stehende Gegenstände. Von dem ersten Jahrhundert n. Chr. an bis etwa zum vierten gehen uns fast alle Hülfsmittel ab, uns weiter über die Fortschritte in den chemischen Wissenschaften zu belehren; um eine zusammenhängende Betrachtung beizubehalten, müssen wir den Einfluß politischer und anderer Begebenheiten auf Wissenschaftlichkeit im Allgemeinen verfolgen.

Uebergang zu dem folgenden Zeitalter.

In dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung gehen von drei Ländern besonders wissenschaftliche Forschungen aus. Griechenland hatte sich diese so lang bereits es schmückende Zierde noch bewahrt; nach Italien war aus Griechenland wissenschaftlicher Sinn gedrungen, und hatte sich dort zu selbstständiger Höhe erhoben; in Aegypten, wo einst die griechischen Weisen Belehrung gesucht hatten, hatte sich gleichfalls ein Centrum eigenthümlicher wissenschaftlicher Thätigkeit gebildet. Die Alexandrinische Akademie, von Ptolemäus I. (regierte von 301 bis 284 v. Chr.) gestiftet, und von seinen ersten Nachfolgern gleichermaßen begünstigt, hatte sich auch während des Verfalls der ägyptischen Monarchie und während der Herrschaft der Römer ihre Bedeutsamkeit zu erhalten gewußt und sich zu einem der wichtigsten Zufluchtsörter griechischer Wissenschaft erhoben. In Italien kam alle wissenschaftliche Forschung in Abnahme, sowie der Zustand des römischen Reichs durch die Verschlechterung der Sitten im Innern und Einbrüche wilder Völkerschaften von außen gefährdet wurde; tiefer Verfall jeglicher Wissenschaft verbreitete sich über die Abendländer. Länger erhielt sich geistige Cultur in dem östlichen Theile des römischen Reichs, weil diese Gegenden erst später den zerstörenden Einflüssen des Einbruchs wilder Völker ausgesetzt wurden, und bald war Griechenland, namentlich seit Byzanz (324 n. Chr.) Residenz des Herrschers wurde, der hauptsächlichste Sitz der Wissenschaften in Europa. In engem Verkehr standen aber fortwährend die byzantinischen Gelehrten mit den alexandrinischen; von hier aus scheinen ihnen die naturwissenschaftlichen Kenntnisse zugeflossen zu sein, welche sie später besonders ausbreiteten, und hier scheinen sie namentlich einzelne

chemische Ansichten aufgenommen zu haben, mit deren bestimmterem Auftreten die Datirung eines neuen Zeitalters nöthig wird. Uebergang zu dem folgenden Zeitalter.

Wenn wir es als nicht ganz unwahrscheinlich ansehen dürfen, daß die Mysterien der ägyptischen Priester vieles auf Naturwissenschaften, auch auf Chemie, Bezügliche einschlossen, so erklärt es sich, weßhalb von der Zeit des 4. Jahrhunderts unserer Zeitrechnung an, und hauptsächlich bei den Byzantinern, chemische Ansichten in größerer Allgemeinheit, als je früher welche aufgestellt worden waren, sich finden. Was vorher, wo noch der heidnische Glaube der Aegypter in diesem Lande der allmächtige war, und die Priester in geistiger Beziehung fast unbeschränkte Gewalt genossen, möglich war: daß Kenntnisse, welche man als Religionsgeheimnisse betrachtete, in den Tempeln und vor wenigen Eingeweihten verborgen bleiben konnten, das war zu dieser Zeit nicht mehr zu bewahren. Mit der immer zunehmenden Verbreitung des Christenthums schwand die heilige Scheu vor den Mysterien der ägyptischen Tempel; Eingeweihte gingen zum Christenthum über, und verbreiteten, was sie dort von Naturgeheimnissen gesehen hatten; offen ausgesprochen aber wurde es eher in Griechenland, als in Aegypten selbst, da man doch vielleicht im Anfange sich noch scheute, im Bereiche der auf Bewahrung ihrer Geheimnisse eifersüchtigen Priester sich der Ausbreitung derselben schuldig zu machen. Als aber doch einmal die bisher bewahrten Mysterien profanirt waren, gebrauchten die Priester des alten Glaubens ihre Kenntnisse als eine Waffe für denselben; die religiösen Geheimnisse wurden zu wissenschaftlichen, und wie Alexandrien bisher noch der Hauptsitz der alten ägyptischen Religion gewesen war, so wurde es jetzt der Ausgangspunkt wissenschaftlicher Richtungen, von welchen früher keine Rede gewesen war oder die nur unvollkommen kurz vorher dem Namen und Begriffe nach veröffentlicht worden waren. Mit größter Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist dies für eine eigenthümliche Richtung, in welcher uns nun die Chemie entgegentritt; es ist dies die alchemistische, welche in der Geschichte der Chemie ein eigenes Zeitalter einnimmt.

II. Zeitalter.

Zeitalter der Alchemie.

Dauer. Wir haben im Vorhergehenden die Entwicklung der chemischen Kenntnisse bei den Alten verfolgt, und erwähnt, wie von dem Ende des ersten bis zu dem vierten Jahrhundert unserer Zeitrechnung alle Nachrichten über weitere Ausbildung dieser einzelnen Wissenschaft fehlen. Von der letztern Zeit an stehen uns wieder Nachrichten darüber zu Gebote, und was sie enthalten, zwingt uns, ein neues Zeitalter zu datiren. Dieses neue Zeitalter nennen wir das der Alchemie, und es erstreckt sich von der Mitte des 4. Jahrhunderts etwa bis zu dem ersten Viertel des 16., von der ersten Aeußerung alchemistischer Ansichten bis zu der Aufstellung der medicinisch-chemischen Ansichten durch Paracelsus.

Charakteristik. Dieses Zeitalter wird durch zwei Eigenthümlichkeiten scharf charakterisirt, durch den Zweck, dem jetzt die Chemie dient, und im Zusammenhang damit durch eine theoretische Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle.

Das neue Zeitalter unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, daß jetzt die chemischen Thatsachen zu einem Ganzen zusammengefaßt und in einem gewissen Zusammenhang unter einander studirt werden, um eine bestimmte Aufgabe zu lösen. Es gehört somit nicht mehr der ältern Geschichte der Chemie an, sondern es beginnt die mittlere Geschichte, welche unsere Wissenschaft von der Zeit an zu betrachten hat, wo sie sich überhaupt eine allgemeine Aufgabe setzt, bis zu der Zeit, wo die richtige Aufgabe erkannt wird. Der Zweck der Chemie während dieses II. Zeitalters ist noch ein falscher; Aufgabe ist, mit Hülfe chemischer Processe unedle Metalle in edle, in Gold oder Silber, zu verwandeln. Die Chemie, in dieser Richtung befangen, wird als Alchemie unterschieden, und für das Zeitalter, wo diese Richtung die allein herrschende ist, giebt sie den Namen.

Metallveredlung als Zweck der Chemie.

Metallveredlung als Zweck der Chemie.

Ich untersuche in diesem Abschnitte die alchemistischen Ansichten nur insofern, als sie mit der wissenschaftlichen Chemie in Verbindung stehen und zu ihrer Entwicklung beitragen. Noch in den Perioden, wo die Richtung der wissenschaftlichen Chemie nicht mehr die Alchemie ist, erhalten sich dessenungeachtet alchemistische Bemühungen, aber sie charakterisiren dann nicht mehr den Zustand der eigentlichen Chemie. Ich trenne daher von dem jetzt zu besprechenden Zeitalter der Alchemie die vollständige Betrachtung der Alchemie, die ich später zusammenhängend geben werde, ich verschiebe bis zu der speciellen Geschichte der Alchemie auch alles dem jetzt in Rede stehenden Zeitalter Vorangehende und Angehörige, was nur Bezug auf die Alchemie, nicht zugleich auf die Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie hat. Ebenso verweise ich dahin, was die weitere Besprechung mehrerer im Folgenden erwähnten Einzelnheiten betrifft. Zunächst indeß muß ich mittheilen, wie der Begriff der Alchemie, der Metallveredlung, hervortritt, und wie er für die wissenschaftliche Chemie von Bedeutung wird.

Ursprung des Begriffs der Metallveredlung.

Dieser Begriff erscheint zuerst bei griechischen Schriftstellern des vierten Jahrhunderts gelegentlich erwähnt, nicht als neu, nicht als ihrem Vaterland angehörig oder aus ihrer Mitte hervorgehend, sondern als ein bekannter. — Wie er entstand, darüber fehlen genaue Nachrichten; nur Muthmaßungen können darüber aufgestellt werden. Da wir bei Plinius und Dioskorides im ersten Jahrhundert n. Chr. auch keine einzige Aeußerung finden, die mit einiger Sicherheit darauf schließen läßt, daß ihnen alchemistische Unternehmungen bekannt gewesen seien, so muß wohl frühstens im zweiten oder dritten Jahrhundert der Begriff der Metallverwandlung bekannt geworden sein. Die Griechen sind es, welche zuerst ihn aussprachen, aber wenn man erwägt, daß bei der Wichtigkeit, welche man sogleich demselben beilegte, wohl auch der Ausgangspunkt der Ansicht zum bleibenden Sitz der Bestrebungen, sie zu realisiren, wurde, und daß Aegypten sich als Centralpunkt der Alchemie vom Ende des 4. Jahrhunderts an erweis't, wenn man den Zusammenhang berücksichtigt, in welchem fortwährend noch in dieser Zeit die Alchemie mit anderen Künsten steht, die früher als Mysterien in den ägyptischen Tempeln betrieben wurden, so erscheint die am Schlusse des vorigen Zeitalters ausgesprochene Ansicht höchstwahrscheinlich, daß die Alchemie nicht bei den Griechen entstanden, sondern nur von ihnen zuerst, und zwar als etwas ihnen von den

Ursprung des Begriffs der Metallveredlung.

Aegyptern Ueberkommenes, ausgesprochen ist. Bald gewinnt diese Kenntniß über die Alchemie festern Fuß.

Während im 4. Jahrhundert der alchemistischen Bemühungen nur gelegentlich erwähnt wird, hat uns das fünfte Jahrhundert schon Schriften überliefert, denen das Datum ihres Ursprungs nicht abzustreiten ist, und welche die Metallveredlung zu ihrem hauptsächlichsten Gegenstand haben. Diese Schriften, alle in griechischer Sprache geschrieben, gehören meist Schriftstellern an, die in Aegypten lebten, oder mit diesem Lande, namentlich mit der berühmten Hochschule zu Alexandria, in Verbindung standen. Von der letztern Anstalt aus verbreitet sich eine wissenschaftliche Idee der Alchemie, und bis um die Mitte des 7. Jahrhunderts muß man sie als den Mittelpunkt der alchemistischen Bestrebungen ansehen.

Aus den alchemistischen Schriften, die bis zu diesem Zeitpunkt auf uns gekommen sind, schöpfen wir nur wenig Aufschlüsse über die Entwicklung, welche die Chemie bei diesen Bestrebungen machte. Ich werde diese Schriften und ihre Verfasser in der speciellen Geschichte der Alchemie erwähnen; meist existiren sie nur in seltenen Handschriften, die bekannter gewordenen sind uns unverständlich durch eine geheimnißvolle Nomenclatur und bilderreiche, mystische Darstellung. Es ist dies um so mehr zu bedauern, als sich in dieser frühen Zeit wohl zuerst die Untersuchungsweise durch Versuche verbreitet haben mag, dieser gewaltige Fortschritt von einem bloßen Anmerken von Beobachtungen, die sich mehr zufällig in der Natur oder bei der Betreibung von Künsten und Gewerben darboten, zu dem mit Absicht und Ueberlegung anzustellenden Experimentiren. — Jene Schriften waren es überdies, welche in den alchemistischen auch die rein chemischen Bestrebungen fortpflanzten. Sie gaben die Anhaltspunkte zu Ueberlieferungen an andere Nationen ab, welche dann die darin enthaltenen Kenntnisse zu nützen wußten und verständlicher verbreiteten. Die Nation, bei welcher dies zuerst der Fall war, und welche dann die Kenntnisse auf viele andere übertrug, war die arabische.

Da die Chemie in ihrer ersten Ausbildung und zugleich in ihrer Verirrung als Alchemie von den Arabern mit vielem Eifer getrieben wurde, und andere Völker, bei welchen später die Ausbildung derselben besonders thätige Pflege fand, von ihnen darin die erste Belehrung erhielten, so hat man oft die Alchemie geradezu als eine Erfindung der Araber hinzustellen sich bemüht. Es ist dies falsch; sicher ist, daß die Araber zu Mahomed's

Zeit und als sie ihre Eroberungszüge begannen (von 632 an) diese Richtung nicht kannten, daß naturwissenschaftliche Bestrebungen, ebenso wenig als medicinische oder mathematische oder astronomische und ähnliche, damals bei ihnen Nahrung gefunden hatten. Selbstständig konnten sich diese wissenschaftlichen Zweige auch nicht bei ihnen entwickeln; wie der durch Mahomed ihnen verkündete Fatalismus der Entwicklung der Heilkunde in den Weg trat, so hemmte überhaupt ihre Religion alle geistige Thätigkeit, da der Koran alles Grübeln ausdrücklich untersagte. Welche Aufmunterung gelehrte Beschäftigung bei ihnen fand, das lehrt die Verbrennung der großen Büchersammlung zu Alexandrien (642) nach der Einnahme dieser Stadt, die Vernichtung einer Anstalt, welche sicher nicht dies Loos gehabt hätte, wenn die Araber damals schon mit den Wissenschaften befreundet gewesen wären. So lange die Araber ihren Eroberungsplänen folgten, findet sich keine Spur einer wissenschaftlichen Richtung unter ihnen. Aber als sie sich überall festgesetzt hatten, als eine genauere Bekanntschaft zwischen den Siegern und den Besiegten sich vermittelte, da trieben die Keime, die sich während der Eroberung erhalten hatten, kräftig auf, trugen, von den Arabern gepflegt, reiche Früchte, und verbreiteten sich so weit, als die Eroberungen dieses Volks überhaupt reichten. Von den Gelehrten des unterjochten Aegyptens, von den Trümmern der Alexandrinischen Schule ging ohne Zweifel für die Araber der Antrieb zu wissenschaftlichen Beschäftigungen aus, unter diesen auch für die Alchemie.

Ursprung des Begriffs der Metallveredlung.

Von der Mitte des 8. Jahrhunderts an sehen wir die Araber mit der Chemie beschäftigt; von da an haben wir über den Zustand der Chemie in diesem Zeitalter wieder genauere Nachricht. Ihre chemischen Beschäftigungen werden beherrscht durch die Aufgabe der Metallverwandlung; sie tragen somit deutlich den Stempel ihres Ursprungs, daß die Alexandriner nämlich ihre Besieger darin eingeweiht hatten. Die Chemie in dieser alchemistischen Richtung theilte sich von den Arabern an die westlichen europäischen Völkerschaften mit. Von Spanien aus, wo die Araber seit 711 festen Fuß gefaßt hatten, und wo von dieser Zeit an die Betreibung aller Wissenschaften auf das emsigste von ihnen gefördert wurde, kam sie an die Franzosen, die Engländer, Deutschen u. s. w., bei welchen hauptsächlich von dem 13. Jahrhundert an beachtungswerthe Beschäftigung damit statthat. Zweck ist stets, die Mittel zu finden, wodurch unedle Metalle in edle verwandelt werden, auf chemischem Wege ein Präparat, den Stein

Nähere Angabe des Zwecks.

der Weisen, darzustellen, welches in seiner höchsten Vollkommenheit Quecksilber und jedes geschmolzene unedle Metall in Gold verwandelt, welches in einem niedern Zustande der Vollkommenheit dieselben nur in Silber umändert, in beiden Fällen aber um so mehr von dem unedlen Metall, je mehr seine Kraft durch sorgfältige Bereitung erhöht worden ist; welches endlich noch als Arzneimittel gebraucht alle Krankheiten heilt, den Körper verjüngt, und das Leben verlängert.

Die Darstellung dieses Präparats ausfindig zu machen, ist die Aufgabe, an welcher alle Chemiker des in Rede stehenden Zeitalters arbeiten. Im 8. Jahrhundert wird nur die Möglichkeit der Darstellung besprochen, und an der Realisirung gearbeitet; in den folgenden Jahrhunderten aber sehen wir bald Alchemisten, welche von der Darstellung als aus eigener Erfahrung sprechen, und Eigenschaften und Wirkungen des Steins der Weisen mit der größten Zuversicht angeben. Die Möglichkeit der Auflösung des Problems beruht aber nach allen auf der Zusammensetzung der Metalle, und ihre Ansicht hierüber ist gleichfalls für dieses Zeitalter charakteristisch, namentlich im Gegensatz zu dem vorhergehenden, wo keine einzige allgemeine Ansicht über chemische Gegenstände ausgesprochen wurde. Betrachten wir nun diese Theorie, die erste, welche in der Chemie jemals aufgestellt und durch Thatsachen zu belegen gesucht wurde.

Theorie über die Zusammensetzung der Metalle.

Ebenso unbekannt, als die näheren Umstände, unter welchen zuerst der Begriff der Metallverwandlung sich entwickelte, sind uns auch die Gründe, aus welchen man die Möglichkeit dieser Sache folgerte. Mag man zuerst zufällig aus unedlen Metallen eine der Farbe nach dem Gold ähnliche Mischung erhalten haben, und so der Wahn, Gold verfertigen zu können, entstanden sein, mag man darüber enttäuscht an dem Gedanken der Goldmacherkunst festgehalten und andere Wege versucht haben — ob theoretische Gründe für diese Ansicht vor dem 8. Jahrhundert ausgesprochen worden sind, können wir nicht nachweisen. Zu dieser Zeit aber finden wir einen Versuch, die Möglichkeit der Metallverwandlung durch eine Theorie plausibel zu machen, und zwar finden wir sie bei dem ersten Chemiker, über dessen Kenntniß wir überhaupt in diesem Zeitalter etwas Näheres berichten können. Diese Theorie, die später etwas bereichert sich lange bei den Chemikern in Ansehen zu erhalten wußte, besteht dem Wesentlichen nach in Folgendem:

Alle Metalle sind zusammengesetzt, und zwar finden sich in allen zwei Bestandtheile, von deren Mengenverhältniß und verschiedenem Grade der Reinheit die Natur des Metalls abhängt. Beiden Bestandtheilen werden Namen darstellbarer Stoffe beigelegt, Schwefel und Quecksilber; die angenommenen Bestandtheile theilen jedoch nicht alle die Eigenschaften der darstellbaren Substanzen gleiches Namens; der Schwefel und der Mercurius der Metalle haben von dem gemeinen Schwefel und dem gemeinen Quecksilber den Namen und sollen darin in großer Menge enthalten sein, aber die Eigenschaften sind dessenungeachtet ganz verschieden. Im Anfange dieses Zeitalters werden die angenommenen Bestandtheile der Metalle noch mit den darstellbaren Substanzen von demselben Namen für ziemlich identisch gehalten, in seinem Fortlaufe aber werden die Ansichten über die ersteren immer mehr geändert, und der Unterschied zwischen ihnen und den letzteren immer größer. Unter dem Mercurius und dem Sulphur der Alchemisten ist also nicht Quecksilber und Schwefel schlechtweg zu verstehen, sondern es sind angenommene Grundstoffe, die nach einer gewissen Analogie so benannt sind. Unter ihrem Mercurius scheinen die Alchemisten den Begriff des Unzersetzbaren verstanden zu haben, sie sahen diesen Bestandtheil zugleich als die Ursache des Metallglanzes und der Dehnbarkeit, der Metallicität überhaupt an. Unter Schwefel im Gegentheil verstanden sie den Begriff der Zersetzbarkeit, der Veränderlichkeit. Die Analogie, welche diesen Begriffen die erwähnten Namen beilegen ließ, war von dem Verhalten dieser Stoffe in der Hitze hergenommen, wie denn in dieser Periode überhaupt das Feuer als das mächtigste chemische Agens betrachtet und für vorzüglich geeignet gehalten wird, über die Natur eines Stoffs Auskunft zu geben. — Beide Bestandtheile finden sich in den verschiedenen Metallen in verschiedenen Mengenverhältnissen, und in verschiedenen Graden der Reinigung und des Fixirtseins. Was unter dem letztern Begriff verstanden wird, ist nicht ganz klar; bald scheint unter stärkerer oder geringerer Fixirung etwas angedeutet zu sein, was unserm jetzigen Ausdruck: durch größere oder geringere Verwandtschaft gebunden, entspricht; dann ist wieder vom Fixiren eines isolirten Stoffs die Rede, wo mehr die Beilegung einer neuen Eigenschaft ohne Zukommen eines fremden Bestandtheils gemeint wird. — Je nach dem Grade der Fixirung des Schwefels und des Quecksilbers in den verschiedenen Metallen ist ihre Schmelzbarkeit verschieden; die Farbe eines Metalls wird als abhängig von dem darin enthaltenen Schwefel betrachtet.

Theorie über die Zusammensetzung der Metalle.

Theorie über die Zusammensetzung der Metalle.

Wo und von wem diese Theorie ausging, ist nicht genau zu ermitteln. Bei dem ersten Chemiker dieses Zeitalters, über dessen Ansichten wir vollständigere Kenntniß haben, bei Geber, finden wir sie schon vollständig ausgebildet, obgleich nicht im Zusammenhang dargelegt, sondern mehr hin und wieder erwähnt. Für Geber ist also z. B. das Gold eine Zusammensetzung von sehr viel Mercurius und wenig Schwefel, beide im Zustand der größten Reinheit und sehr fixirt; im Zinn hingegen ist mehr Schwefel, welcher wenig fixirt und unrein ist, mit nur theilweise fixirtem und zudem unreinem Mercurius gemischt. — Die Theorie der Zusammensetzung der Metalle geht aber nicht von Geber aus; in seinen Schriften selbst finden sich Andeutungen dafür, daß ihm diese Theorie von früheren Chemikern überliefert worden ist, von denen er unter der Bezeichnung der Alten, ohne nähere Namensangabe, spricht. Ueber Alles, was diese letzteren indeß betrifft, sind wir in großer Ungewißheit.

Diese Theorie über die Zusammensetzung der Metalle (deren Einzelnheiten, und was aus früheren Zeiten darüber bekannt ist, ich in der speciellen Geschichte der Metalle nochmals berühren werde) kam von den Arabern in Spanien an die Chemiker der umliegenden Länder. In diesem Zeitalter erleidet sie nur wenig Abänderungen oder Erweiterungen; so finden wir von einem hierhergehörigen Chemiker noch das Wasser als Bestandtheil der Metalle erwähnt, ohne daß jedoch diese Ansicht weiter angenommen wurde. Nur zu Ende der Periode, bei dem letzten diesem Zeitalter angehörigen Chemiker, tritt zu der Annahme des Schwefels und des Quecksilbers als der Bestandtheile der Metalle noch die des Salzes; dieser Begriff, in dem jetzt zu besprechenden Zeitalter noch wenig ausgebildet und dem Sinne nach kaum angedeutet, wird für den Anfang des folgenden von größerer Wichtigkeit.

Die beiden eben abgehandelten Eigenthümlichkeiten dieses Zeitalters, der Zweck und die Theorie, welche darin die Chemie hat, charakterisiren es hinlänglich. Die Existenz eines Zwecks und einer Theorie unterscheidet es von dem vorhergehenden, die Art des Zwecks, nur die Auffindung der Mittel zur Veredlung der Metalle, von dem folgenden.

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

Um den Gegensatz des folgenden Zeitalters von dem jetzt in Rede stehenden einzusehen, müssen wir das letztere in noch einer andern Beziehung betrachten, nämlich in welchem Verhältniß während desselben die Chemie zur Medicin steht.

Im Allgemeinen folgt die Medicin dieses Zeitalters ganz den Principien, welche Galenus aufgestellt hatte (Seite 37). Galen's Schriften wurden bei den Arabern schon früh bekannt, und die bedeutendsten Aerzte dieses Volks folgen ihm. Diese erlangen ihrerseits unter den anderen Völkern, bei welchen sich in diesem Zeitalter naturwissenschaftliche Kenntnisse finden, hohe Autorität, und so sind die Galen'schen Ansichten während seines ganzen Verlaufs die allein herrschenden. Es werden sonach während dieses Zeitraums die Arzneien nie als chemisch wirkende Mittel angesehen, obgleich viele neu dargestellte Präparate in den Arzneischatz übergehen und überhaupt in diesem Zeitalter nicht mehr, wie dies früher der Fall war, fast nur einfache, keine weitere Zubereitung erfordernde Heilmittel (z. B. Pflanzensäfte) angewandt werden, sondern auch solche, welche auf chemischem Wege dargestellt werden müssen. Die Wirksamkeit der Arzneimittel wird nach Galen'schen Grundsätzen den ihnen einwohnenden Elementareigenschaften zugeschrieben (vergl. unten bei Avicenna), aber nicht, weil die chemischen Eigenschaften derselben in einer gewissen chemischen Beziehung zu dem Zustand der kranken Organe stehen. Erst an dem Ende dieses Zeitalters findet sich eine Hinweisung auf eine Analogie zwischen dem Veredlen der Metalle und dem Heilen der kranken Organe, und daß beide Aufgaben auf dieselbe Weise, durch chemische Einwirkung, zu lösen seien (vergl. unten bei Basilius Valentinus); die erste Andeutung dieser Ansicht bildet den Uebergang zu dem folgenden Zeitalter.

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

Der Stein der Weisen wird zwar schon früh auch für eine Universalarznei gehalten, aber die Ansicht, daß die Substanz, welche unedle Metalle in edle verwandelt, auch die Krankheiten heilt, findet sich zuerst mehr bildlich ausgesprochen; sie wird dann allgemein als wahr angenommen, aber ohne daß damit die Heilung und die Metallverwandlung als identische Erscheinungen, beide als die Einleitung eines chemischen Processes, angesehen werden, sondern der Stein der Weisen hat neben der Eigenschaft, die Metalle zu veredlen, auch noch die, alle Krankheiten zu heilen. Vergleichungen zwischen der Entstehung des Steins der Weisen und der Ausbildung thierischer Organe werden zwar schon im 13. Jahrhundert geäußert, aber sie sind da nur Bilder, ohne daß sie eine herrschende Ansicht charakterisiren. Auch die zu derselben Zeit aufkommende Meinung, daß goldhaltige Arzneien vorzügliche medicinische Wirksamkeit besäßen, beruhte weniger darauf, daß man das Gold für das chemisch vollkommenste Matlle

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

hielt, sondern auf der in diesen Zeiten so oft vorkommenden Ansicht, daß die Kostbarkeit eines Stoffs in einem gewissen Verhältniß zu den ihm einwohnenden wunderthätigen, namentlich heilenden, Kräften stehe. Im Allgemeinen also wird in diesem Zeitalter die Wirksamkeit der Heilmittel nie ihren chemischen Eigenschaften zugeschrieben, die Heilung nie als eine chemische Wechselwirkung zwischen den Arzneien und den kranken Säften oder sonstigen Organen des menschlichen Leibes betrachtet; und wenn am Schlusse des 15. Jahrhunderts beide vermeintliche Eigenschaften des Steins der Weisen, die heilende und metallveredlende, zusammengefaßt werden, wenn die Reinigung der Metalle als eine dem Gesundmachen der kranken Theile analoge Erscheinung betrachtet, und die Heilung der Krankheiten hiernach als in das Gebiet der chemischen Operationen gehörig angesehen wird, so zeigt dies den nahe bevorstehenden Eintritt eines neuen Zeitalters an.

Aufzählung der Chemiker.

Das Streben, den Stein der Weisen darzustellen, gab Veranlassung zu einer großen Menge Entdeckungen, die wir in dem Nachstehenden ihrer allgemeinen Entwicklung nach verfolgen wollen. Was von den Alexandrinern und den Byzantinern bis zur Mitte des 8. Jahrhunderts geleistet worden war, verdient, als mehr der speciellen Geschichte der Alchemie angehörig, hier nur im Allgemeinen Erwähnung. Von dieser Zeit an sind als die bedeutenderen Chemiker unter den Arabern vorzüglich zu nennen Geber, der früheste und berühmteste dieses Volks, dann Rhazes, Avicenna, Avenzoar, Albukases oder Alzaharavius, arabische Aerzte, welche nebenbei sich mit Chemie beschäftigten, aber ungleich weniger als ihr Vorgänger darin geleistet haben. Mit dem 12. Jahrhundert werden die Leistungen der Araber in der Chemie unbedeutend; mit dem 13. treten in dem westlichen Europa Alchemisten von mehr Wichtigkeit auf. Albertus Magnus, Roger Baco, Arnoldus Villanovanus, Raymundus Lullus machten sich im 13. Jahrhundert besonders berühmt. Keiner von den Alchemisten des 14. Jahrhunderts kommt diesen bei, was Erweiterung der Wissenschaft durch neu entdeckte Thatsachen angeht; wir nennen aus dieser Zeit nur Nicolaus Flamel, Isaak Hollandus und Johann Isaak Hollandus. Dasselbe gilt von mehreren Alchemisten des 15. Jahrhunderts, wie Bernhard von Trevigo, Georg Ripley und Thomas Norton, aber an dem Ende dieses Jahrhunderts ist noch

Basilius Valentinus besonders hervorzuheben, mit welchem das Zeitalter der Alchemie für die Geschichte der wissenschaftlichen Chemie sein Ende erreicht.

Bei den Abendländern sind es nicht mehr, wie bei den Arabern, die Aerzte, welche vorzüglich der Chemie Aufmerksamkeit widmen, sondern hauptsächlich in den Klöstern, dem einzigen Zufluchtsort der Wissenschaften in den damaligen Zeiten, wird die Chemie betrieben, und die obengenannten Chemiker von dem 13. Jahrhundert an sind meist Geistliche, welche zum Theil freilich mit chemischen Kenntnissen auch medicinische verbinden. Trotz des Verbots, womit schon im Anfang des 14. Jahrhunderts durch eine päpstliche Bulle die Betreibung der Alchemie belegt wurde, gab es doch in den meisten Klöstern Alchemisten. Für die Geschichte der Wissenschaft geht indeß aus diesem Verbot die Folge hervor, daß die geistlichen Berichterstatter über ihre alchemistischen Standesgenossen oft Nachrichten beibringen, welche sie von der Schuld der Ausübung einer verbotenen Kunst reinigen sollen; zu dem Ende die Fakta verwirren oder leugnen, und so Unsicherheit in viele historische Fragen bringen. Ebenso hat in Bezug auf einige Alchemisten, welche dem geistlichen Stande angehörten, das Geheimnißvolle, wodurch sie sich bei ihrer Beschäftigung zu sichern suchten, sich so sehr erhalten, daß es später nicht mehr möglich wurde, über ihre Persönlichkeit sichere Auskunft zu erhalten. — Die Unsicherheit über die Persönlichkeiten ist indeß nicht die einzige, womit man bei der Geschichte dieses Zeitalters zu kämpfen hat; die Schriften dieser Zeit zeichnet im Allgemeinen ein dunkler unverständlicher Styl aus; nur bei verhältnißmäßig wenigen finden wir Ansichten und Beschreibungen deutlicher mitgetheilt; der Grund davon mag in dem abergläubischen Sinne des Zeitalters liegen, welcher alles Unbegreifliche als Zauberei betrachtete, und die Erfahreneren hatten wohl Ursache, ihre Kenntniß der Naturwissenschaften zu verbergen oder in einer nur Gleichgesinnten verständlichen Sprache mitzutheilen, da Gefängniß und Scheiterhaufen diejenigen bedrohte, welche durch Anleitung, neue und auffallende Erscheinungen zu bewirken, sich als Bundesgenossen des bösen Geistes bekannten. Andrerseits aber auch diente die unverständliche Ausdrucksweise dazu, eigene Unwissenheit zu verhüllen. Was die Alchemisten dieser Zeit für möglich halten, das geben sie großentheils als ausgemacht, als nach eigener Erfahrung erkannt, an; aber sie

Allgemeine Bemerkungen.

Allgemeine Bemerkungen.

hüten sich wohl vor genauerer Anweisung, ihre angeblichen Erfahrungen zu controliren; mit dem Deckmantel der religiösen Mystik verhüllen sie ihre Unsicherheit, und stellen ihre Aussagen schwankend, so daß sie weder der Vorwurf der Unwahrheit treffen kann, wenn ein Anderer die Erscheinungen nicht so findet (denn alsdann hat dieser sie nicht verstanden), noch wenn ein Anderer eine ihrer Andeutungen bestätigt (denn alsdann haben sie dasselbe gemeint). — Bei den Arabern kommt noch die Schwierigkeit der Sprache, worin ihre Werke geschrieben sind, hinzu, um in vielen Fällen genauerer Einsicht Hindernisse in den Weg zu legen, da sich jetzt nur selten Kenntniß des Gegenstandes und iener Sprache in Einer Person vereinigt finden. — Auch der Umstand, daß alle Schriften dieser Periode erst nach derselben gedruckt wurden, und bis dahin den Einschiebungen und Veränderungen der Abschreiber freies Spiel gelassen war, trägt zur Vermehrung der Unsicherheit bei, wie denn auch von vielen Büchern, die später als diesem Zeitalter zugehörig verbreitet wurden, das Datum ihres Ursprungs nicht genugsam erwiesen ist, oder selbst erweislich falsch angegeben wurde.

So mannigfaltiger Anlaß zu Unsicherheit erschwert eine genauere Einsicht in die Kenntnisse dieses Zeitalters vielfach. Was sich aus den zuverlässigeren Quellen über die einzelnen bedeutenderen Chemiker darin ergiebt, wollen wir nun berichten

---

Chemie bei den Alexandrinern.

Ueber die Schriftsteller des 4. bis 8. Jahrhunderts haben wir, wie schon oben angeführt wurde, nur unvollkommene Kenntniß. Wir nennen hier nur wenige Namen, die mit der Verbreitung von einzelnen vorzüglich wichtigen Entdeckungen in Verbindung stehen. Bei zwei Anhängern der Alexandrinischen Schule, Synesius und Zosimus (beide im Anfang des 5. Jahrhunderts), wird zuerst die Destillation in größerer Vollkommenheit deutlicher beschrieben; mit der Einführung dieser Operation in die Chemie war für unsere Wissenschaft ein reicher Zuwachs an Entdeckungen möglich gemacht.

Ich habe bereits angegeben, daß aus den Schriften der Alexandriner sich nur wenig positive Kenntnisse entnehmen lassen, und nochmals in Betreff ihrer auf die specielle Geschichte der Alchemie verweisend, wenden wir uns zu der Schilderung der genauer bekannten und verständlicheren Chemiker

dieses Zeitalters. Solche finden wir zuerst bei den Arabern, im 8. Jahrhundert.

Von der Mitte des 8. Jahrhunderts an erfreuten sich die Wissenschaften in allen Ländern, welche die Araber in Besitz genommen hatten, aufmerksamer Pflege von Seiten der Herrscher. Im Orient hatte der Kalif Al Mansur (regierte 754 — 775) das von ihm gegründete Bagdad zu einem Hauptsitz der Künste und Wissenschaften gemacht, und eine Akademie daselbst gestiftet, welche besonders medicinische Kenntnisse pflegend auch für Verbreitung der chemischen, zum Zweck der Arzneibereitung, förderlich war. Seine Nachfolger, namentlich Harun al Raschid (786 — 808), und dessen Söhne Almamon (†833) und Almotasem (†841) folgten seinem Beispiele; bedeutende wissenschaftliche Unternehmungen (ich erinnere nur an den Versuch einer Gradmessung 827) wurden durch sie begünstigt, und die Gelehrten überhaupt geehrt und unterstützt. — Nicht weniger zeichneten sich in den westlichen Besitzungen der Araber die dortigen Herrscher durch sorgsame Pflege der Wissenschaften aus. Mit der Gründung eines selbstständigen Kalifats (755), dessen Sitz Cordova wurde, begann zugleich das arabische Spanien ein Hauptsitz der Wissenschaften zu werden; in Cordova selbst, Sevilla, Toledo und noch anderen Städten bildeten sich gelehrte Anstalten, welche weithin Bildung verbreiteten, und von welchen aus das ganze nordwestliche Europa später den Anstoß zu wissenschaftlichen Bestrebungen erhielt. Hier auch erhob sich die Chemie kräftig, und in verhältnißmäßig früher Zeit. Schon aus dem 8. Jahrhundert tritt uns ein Chemiker entgegen, dessen Kenntnisse unsere Beachtung in hohem Grade in Anspruch nehmen, und eine ausführlichere Erörterung benöthigen. Es ist dies Geber. Chemie bei den Arabern.

Die Unsicherheit, welche sich auch noch auf diese Zeit erstreckt, läßt uns wenig Zuverlässiges über die persönlichen Verhältnisse dieses Mannes wissen. Nach Einigen gehörte Geber von Geburt dem Stamme der Araber an, soll in Mesopotamien gebürtig sein, und mit seinem vollständigen Namen Abu-Mussa-Dschafar-al-Sofi geheißen haben. Aus der Abkürzung dieses Namens, Dschafar, soll im Munde der Abendländer Geber geworden sein. Andere folgen der Aussage eines Arabers aus dem 15. Jahrhundert, des Leo Africanus, dem wir überhaupt viele Nachrichten über die Gelehrten der Araber verdanken; hiernach wäre Geber von Geburt Geber. Persönliche Verhältnisse.

Geber. Persönliche Verhältnisse.

ein Grieche gewesen, und erst später zum Islam übergetreten. Der eben angegebene weitläuftigere Namen würde hiernach unserm Geber nicht zustehen, sondern man nimmt alsdann weiter an, daß ein anderer Alchemist des 9. Jahrhunderts ihn geführt habe, wie es überhaupt unter den Arabern mehrere Gelehrte gegeben hat, die einen dem Namen Dschafar oder Geber ähnlichen führten, und deßhalb mit dem eigentlichen und berühmtesten Chemiker dieses Namens oft verwechselt wurden. Sicher erscheint, daß in der zweiten Hälfte des 8. Jahrhunderts auf der arabischen Hochschule zu Sevilla in Spanien ein Dschafar oder Geber gelebt hat, dem die unten mitzutheilenden Schriften mit vieler Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden. Bei den Arabern der folgenden Jahrhunderte wird er mit der größten Achtung erwähnt, keiner vor oder nach ihm verfaßte Schriften, deren Autorität so allgemein anerkannt wurde; philosophus perspicacissimus heißt er bei den späteren Lateinern, bei Roger Baco magister magistrorum; in diesem Sinn wird er schon von seinen Landsleuten der König der Araber genannt, welche Benennung später manchmal zu dem Irrthum Anlaß gab, ihn als einen maurischen oder indischen Herrscher anzugeben.

Diejenigen Schriften, welche wir als von diesem Geber herrührend ansehen dürfen, lassen einen Verfasser erkennen, der mit ungemein viel praktischen Kenntnissen Offenheit in der Mittheilung verbindet. In seiner Darstellung unterscheidet Geber nicht seine eigenen Entdeckungen von den Beobachtungen, welche ihm von Früheren zugekommen sind, aber er spricht aus, daß er alle Kenntnisse dieser zusammenfassen will; wonach also bestimmt nicht alle im Folgenden aufgezählten Thatsachen von Geber entdeckt sind. Suchen wir uns aus seinen Schriften ein Bild seiner Kenntnisse zu entwerfen, so können wir diese in Folgendem zusammenfassen.

Wohl zu unterscheiden sind Geber's praktische Kenntnisse von seinen theoretischen Ansichten und Bestrebungen, durch welche die ersteren veranlaßt wurden. Wir wollen zuvörderst die praktischen Erfahrungen zusammenstellen.

Praktische Kenntnisse.

Was die Anzahl der von ihm erwähnten Metalle angeht, so erstreckt sie sich nicht weiter, als auf die schon dem Plinius und Dioskorides bekannten. Aber in der Kenntniß der Eigenschaften war er diesen weit voraus, und beschreibt sie sehr genau. Bei einzelnen Metallen macht er

auf ihre bedeutende Gewichtigkeit aufmerksam. Das Quecksilber wußte er mit Gold, Silber, Blei, Zinn und Kupfer zu verbinden, und er erwähnt, wie sehr ungleich gern es diese Metalle angreift. Auch Legirungen stellte er dar. Geber. Praktische Kenntnisse.

Von diesen Metallen wußte er verschiedene zu oxydiren, und sein Verfahren bestand jederzeit in der Anwendung von Hitze. So erhielt er Oxyde vom Eisen und Kupfer, das gelbe und rothe Bleioxyd, und zuerst findet sich bei ihm eine Nachricht über die Darstellung des rothen Quecksilberoxyds. Den weißen Arsenik kannte er, und auch, daß er Kupfer weiß färbt.

Der Schwefel war ein von Geber häufig angewandter Körper; er kannte seine Auflöslichkeit in Aetzlauge, und wußte den natürlich vorkommenden durch Niederschlagen mit Essig als Schwefelmilch reiner zu gewinnen. Er kannte mehrere Verbindungen des Schwefels mit Metallen; er wußte, daß durch die Vereinigung des Schwefels mit geschmolzenem Metall das letztere an Gewicht zunimmt, und daß das Produkt eine andere Farbe hat; daß Kupfer dadurch gelb und Quecksilber roth wird.

Er kannte die Potasche und die Soda; erstere erhielt er durch Verbrennen von Weinstein, letztere durch Verbrennen von Seepflanzen. Er wußte auch die Auflösung davon durch gebrannten Kalk ätzend zu machen.

Eine nähere Kenntniß der Mineralsäuren finden wir gleichfalls zuerst bei Geber. Die Schwefelsäure (ohne Zweifel mit schwefliger stark verunreinigt) erhielt er durch Destillation des Alauns, die Salpetersäure durch Destillation von Salpeter mit Vitriol. Aus der letztern bereitete er sich durch Zusatz von Salmiak Königswasser. Außerdem wandte er häufig die Essigsäure an, die er durch Destillation des gemeinen Essigs reiner zu gewinnen wußte.

Geber's Kenntniß der Salze geht weit über die beschränkte Anzahl dieser Körper hinaus, welche den Alten bekannt war. Alaun, Salpeter, Salmiak werden von ihm zuerst deutlich erwähnt; den Vitriol wandte er häufig an. Er zuerst hatte auch in den verschiedenartigen Säuren, die er zu bereiten wußte, die Mittel, mannigfaltigere künstliche Salze darzustellen. So wußte er den Silbersalpeter krystallisirt darzustellen; auch den Quecksilbersublimat kannte er, und die erste Angabe über die Auflösung des Goldes findet sich bei ihm.

Die vorstehenden Thatsachen lassen schließen, wie geläufig Geber'n alle chemischen Operationen waren. Bei ihm zuerst finden wir die Destillation

Geber. öfters angewandt; er reinigte seine Präparate durch diese, oder durch Umkrystallisiren oder durch Sublimation; er kannte das Filtriren (Destilliren durch ein Filter, wie er es nannte); das Verkalken der Metalle bei dem Schmelzen wußte er durch Flüsse zu verhindern; die Reinigung edler Metalle durch Blei war ihm bekannt; auch schwache Hitze bei seinen Arbeiten wußte er mit Sicherheit anzuwenden, da bei ihm zuerst sich der Gebrauch des Wasserbads findet. In einem besondern Werke hat er die beste Einrichtung der Oefen zu chemischen Versuchen beschrieben.

Theoretische Ansichten. Gehen wir von den praktischen Kenntnissen Geber's zu seinen theoretischen Ansichten über, so finden wir bei ihm die charakteristischen Merkmale dieses Zeitalters schon ziemlich vollständig angedeutet. Von einem Bestreben, die Ursachen der beobachteten Thatsachen zu ergründen, zu untersuchen, wie eigentlich die Entstehung der einzelnen Präparate zu erklären sei, findet sich fast nichts bei ihm. Dagegen ist ihm bereits bei seinen Arbeiten die Metallveredlung die Aufgabe, die er sich gesteckt hat; der Zweck seiner Schriften ist, zu der Bereitung des Steins der Weisen hinzuführen, und alle seine Beobachtungen sind nur gelegentlich dieses Zweckes gemacht. Geber indeß sagt nicht, daß es ihm gelungen sei, diese Aufgabe zu lösen, aber er sucht der Lösung näher zu kommen, und die Möglichkeit der Metallverwandlung zu beweisen. Die Mittel zur Metallveredlung theilt er in drei Classen, die er Medicinen nennt. Die Medicinen der ersten Ordnung sind nach ihm die rohen Mäterialien, wie sie die Natur liefert, die der zweiten sind durch Sublimation und sonstige chemische Processe gereinigt; wer indeß in der Alchemie noch nicht weiter gekommen ist, als zu der Kenntniß dieser beiden Classen von Medicinen, der kann nach Geber noch kein Gold oder Silber machen. Durch weitere Behandlung der Medicinen vom zweiten Grad aber, durch Reinigung und Fixirung, lasse sich die Medicin der dritten Ordnung, der Stein der Weisen, darstellen, und damit sei die Aufgabe der Alchemie gelös't. Die Möglichkeit der Metallverwandlung wird von Geber durch erfahrungsmäßige und durch theoretische Gründe zu unterstützen gesucht. Die ersteren stützen sich alle auf unrichtige Beobachtungen, und darauf, daß er da einen Schritt zur Erzeugung von Gold oder Silber gethan glaubte, wo ein in irgend einer Beziehung dem Gold oder Silber ähnliches Präparat erzielt worden war. So z. B. sagt er, das Kupfer mache gleichsam ein Mittelding zwischen

Gold und Silber aus, und lasse sich deßhalb leicht in das eine oder in das andere verwandeln. Diese Verwandlung besteht aber in nichts weiter als in der Erfahrung, daß Kupfer mit Galmei ein goldgelbes, mit Arsenik hingegen ein silberweißes Metall liefert, und die Veränderung der Farbe hält er für den Anfang eines Uebergangs in ein anderes Metall. (Andere Beispiele für seine Ansicht vergl. bei den Beweisen für die Metallverwandlung in der speciellen Geschichte der Alchemie und bei der Geschichte der Ansichten über die Metalle.) Geber. Theoretische Ansichten.

Geber's theoretische Gründe sind schon in der Charakteristik dieses Zeitalters angeführt; sie bestehen in der Annahme, daß alle Metalle aus Schwefel und Quecksilber zusammengesetzt sind. Diese Ansicht findet Geber gleichfalls durch die Erfahrung gerechtfertigt. Enthielte z. B. das Gold, das Silber, Blei und Zinn kein Quecksilber, so könnten sie sich mit dem gemeinen Quecksilber nicht vereinigen, denn letzteres lös't nach Geber nur solche Stoffe auf, die mit ihm wenigstens zum Theil gleichartiger Natur sind. Für ebenso ausgemacht hält es Geber, daß Zinn und Blei aus Schwefel und Quecksilber beständen, verschieden an Reinheit und in den Mischungsverhältnissen, so daß im Zinn mehr Quecksilber enthalten sei, als im Blei. Die Beweise dafür, die sich oft widersprechen, findet er darin, daß Zinn bei dem Calciniren einen schwefligen Geruch ausstoße, daß durch Zusatz von Quecksilber zu Blei sich ein wahres Zinn darstellen lasse, und daß das Zinn durch oft wiederholte Calcination und Reduction sich in Blei verwandle.

Ob Geber bereits der Ansicht gehuldigt habe, daß der Stein der Weisen auch als Universalmedicin wirksam sei, ist sehr zweifelhaft. Nur in Einer Stelle seiner Werke läßt sich eine Hindeutung auf einen solchen Glauben finden, von welcher es indeß keineswegs ausgemacht ist, ob sie im arabischen Original denselben Sinn ausdrückt, wie in der lateinischen Uebersetzung, welche allein verbreitet wurde. Ich werde hierauf in der speciellen Geschichte der Alchemie, wo ich den Glauben an die Heilkraft des Steins der Weisen ausführlicher bespreche, zurückkommen.

Geber's Schriften waren allen folgenden Alchemisten, auch denen entfernterer Länder, bekannt; in dem 16. Jahrhundert erschienen zuerst gedruckte lateinische Uebersetzungen davon. Mehrere damals und später unter seinem Namen herausgekommene Werke sind offenbar untergeschoben; Schriften

Geber. Schriften. von denen, welche ihm mit mehr Recht zugeschrieben werden, bewahren die Bibliotheken zu Leyden, zu Paris und im Vatikan zu Rom arabische Handschriften; nach diesen erschienen zuerst 1529 zu Straßburg, 1545 zu Bern, und später noch mehrere, Uebersetzungen. Die arabischen Handschriften sind seitdem nicht weiter geprüft, und viele Zweifel über einzelne Punkte sind noch ungelös't. Dahin gehört noch, ob die Bezeichnung der Metalle durch die Planetennamen schon von Geber angewandt war, oder ob erst die Uebersetzer sie hinein brachten, ob einzelne Stoffe, die in den Uebersetzungen mit bekannten Namen benannt, aber zu wenig sich definirt finden, als daß man schon hieraus auf ihre Natur schließen könnte, wirklich die sind, für welche sie die Uebersetzer ausgeben, u. s. w. — Die Schriften selbst, welche als seine Werke anzuerkennen man volle Ursache hat, führen folgende Titel:

Summa perfectionis magisterii.

De investigatione perfectionis metallorum.

De inventione veritatis (auch unter dem Titel Alchimia).

De fornacibus construendis.

Von Vielen wird als ächt noch anerkannt:

Testamentum (Geberi, regis Indiae).

Unter Geber's Nachfolgern bei den Arabern findet sich keiner, dessen Werke uns in gleichem Grade interessiren. Die auf ihn folgenden Chemiker dieses Volks sind alle Aerzte, die sich nebenbei mit Alchemie beschäftigt haben; unter ihnen wurde hauptsächlich berühmt Muhamed-Ibn-Sakarjah-Abu-Bekr-al-Rasi, gewöhnlich abgekürzt und latinisirt Rhazes genannt, der aus Chorasan gebürtig war, als Arzt in Bagdad wirkte, und 932 daselbst starb. Er soll für die medicinische Anwendung chemisch darzustellender Präparate thätig gewesen sein; über die Alchemie soll er zwölf Bücher geschrieben haben., von denen lange nichts weiter bekannt war, als die Stellen, welche spätere lateinische Alchemisten daraus citiren. In neuester Zeit ist der Inhalt einiger Handschriften der Pariser Bibliothek bekannt geworden, welche alchemistische Werke des Rhazes (in lateinischer Uebersetzung) enthalten. Ein näheres Eingehen auf seine chemischen Kenntnisse wird dadurch nicht benöthigt; einige Einzelnheiten werde ich in den folgenden Theilen anzuführen bessere Gelegenheit haben.

Rhazes.

Noch mehr geschätzt war bei den Alchemisten der arabische Arzt Abu-Hali-Ebn-Abdallah-Abnusina, gewöhnlich Avicenna genannt, der 978 in der Bucharei geboren war, als Arzt an verschiedenen Orten des Orients lebte und in Persien 1036 starb. Er war der Verfasser des fünf Jahrhunderte lang als höchste Autorität geltenden medicinischen Werks, welches, in der lateinischen Uebersetzung unter dem Titel Canon medicinae bekannt, die Galenischen Ansichten zur alleinigen Richtschnur der Aerzte dieses Zeitalters machte. Auch verschiedene chemische Schriften, die im 16. Jahrhundert in lateinischer Sprache gedruckt wurden, tragen seinen Namen; ihre Aechtheit ist größtentheils mehr als zweifelhaft, da man über die arabischen Handschriften, aus welchen die lateinischen angeblichen Uebersetzungen herrühren sollen, nicht das Geringste kennt. Von diesen Schriften dürften ihm noch am ersten mit einiger Wahrscheinlichkeit die Porta Elementorum, eine Abhandlung de conglutinatione lapidum und, jedoch mit weniger Sicherheit, der Tractatus de Alchemia zugeschrieben werden; wenigstens finden sich darin nur solche Sachen, die man zu seiner Zeit wissen konnte, und die theoretischen Ansichten sind ebenfalls dem Geist seiner Zeit ganz entsprechend. Mit der Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle, die mit der Geber's übereinstimmt, paart sich die Aristotelische über die Elementareigenschaften der Körper, und die medicinischen Eigenschaften derselben werden nach Galenischen Grundsätzen erklärt. So hat das metallische Kupfer nach Avicenna die Eigenschaften der Hitze und Trockenheit, aber im verkalkten Zustand hat es die Eigenschaft der Feuchtigkeit in hohem Grad. Chemische Facta von Interesse finden sich in diesen Schriften nicht, und die Beschreibung der Operationen steht an Deutlichkeit und Genauigkeit weit der Geber's nach. Avicenna.

Aus dem elften Jahrhundert verdienen hier noch einige Araber kurz erwähnt zu werden. Abdelmelek-Abu-Merwan-Ebn-Zohr, mehr unter dem Namen Avenzoar bekannt, aus Spanien gebürtig und Arzt des Kalifen zu Marocco, hat für die Bereitung einzelner Arzneien Anleitung gegeben, wie wir aus den Schriften Anderer wissen. — Khalaf-Ebn-Abbas-Abul-Kasan, in Zahara bei Cordova geboren und 1122 in der letztern Stadt gestorben, gewöhnlich Albukases oder Alzaharavius genannt, wandte die Destillation zur Arzneibereitung an, beschrieb sie genauer und lehrte mehrere wohlriechende Wässer bereiten; durch ihn wurde Avenzoar. Albukases oder Alzaharavius.

auch die Destillation des Weins, welche indeß schon früher manchmal angedeutet erscheint, bekannter. Sein Buch über Arzneibereitung, das in der lateinischen Uebersetzung den Titel Servitor führt, wurde im 15. bis 17. Jahrhundert oft herausgegeben und hochgeschätzt. — Aus dem Anfang des 12. Jahrhunderts ist noch zu nennen Muhamed-Abul-Walid-Ebn-Achmed-Ebn-Roschd, aus Cordova, von den Lateinern stets

Averrhoës.

Averrhoës genannt, der in seinem unter dem Titel Colliget bekannten Hauptwerke gleiche Richtung zu erkennen giebt, und ebenfalls in vielem Ansehen stand.

Ich übergehe hier die arabischen Alchemisten des 11. bis 13. Jahrhunderts, welche der Metallverwandlung ausschließlich nachstrebten. Ihre Schriften sind alle gänzlich unverständlich; viele davon sind uns nur dem Titel nach aus den Handschriftenverzeichnissen der Bibliotheken bekannt. Aus den zugänglicher gewordenen lernt man keine neuen Thatsachen kennen, und wenn diese Schriftsteller auch zur Erhaltung der chemischen Kenntnisse und zu ihrer Ueberlieferung an ihre nächste Umgebung beitrugen, so sind sie doch für die Geschichte der wissenschaftlichen Chemie ganz ohne Interesse. Die Alchemie indeß dauerte bei den Arabern noch lange fort, namentlich an der Nordküste von Afrika; in Fez besonders, wo sie sich am längsten erhielt, wurde noch im 15. Jahrhundert eifrig laborirt, und das von den Vorfahren angedeutete Ziel zu erreichen gesucht.

Verfall der Wissenschaft bei den Arabern.

Wir kennen nach der Mitte des 12. Jahrhunderts keinen arabischen Alchemisten von solcher Bedeutung, daß er hier zu erwähnen wäre; mit dem 13. Jahrhundert endlich hört die Reihenfolge der arabischen Schriftsteller über Alchemie ganz auf, so wie überhaupt um diese Zeit die wissenschaftliche Bedeutsamkeit dieses Volkes rasch abnimmt. Vorbereitet war diese Abnahme früher schon. Im Orient war sie es durch die Auflösung des großen Kalifats zu Bagdad in eine Menge kleinerer Dynastien, und wenn auch die Emire der losgerissenen Provinzen, dem Beispiel der früheren Kalifen folgend, die Wissenschaften zu schützen und zu heben suchten, so legte diesen doch die innere Zerrüttung zu viele Hemmnisse in den Weg. Bei der fortdauernden Beunruhigung des politischen Zustandes verfallen dort die Wissenschaften, bis 1258 mit der Eroberung Bagdads durch die Mongolen die arabische Herrschaft in Asien und jede wissenschaftliche Richtung der Araber

in diesen Ländern gleichzeitig aufhört. — In Spanien erhielt sich der blühende Culturzustand etwas länger, aber auch hier drohte ihm Verfall, als 1038 sich das spanische Kalifat in mehrere kleine selbstständige Reiche auflös'te, welche nun immer heftiger von den benachbarten christlichen Staaten bedrängt wurden. Nach 1200 haben die Araber überhaupt für die Wissenschaften, namentlich für die Chemie, keine Bedeutung mehr; aber schon früher hatten sie ihre geistige Richtung an andere Völker mitgetheilt, welche nun für die Geschichte der Wissenschaften von Wichtigkeit werden. In dem christlichen Theile von Spanien, in Frankreich, England und Deutschland, in Italien werden jetzt die Bestrebungen der Araber weiter entwickelt; zu diesen Ländern müssen wir übergehen, um auch die Geschichte der Chemie weiter zu verfolgen.

Uebergang der Wissenschaft zu den Abendländern.

Vollkommene Sterilität, was geistige Leistungen angeht, lag über diesen Ländern in der Zeit des 5. bis 8. Jahrhunderts. Das weströmische Reich, dessen Geschichte vieles den Wissenschaften Förderliche einschloß, war untergegangen; das stete Drängen barbarischer Völkerschaften auf den früheren Wohnstätten der Civilisation vernichtete diese; der öftere Wechsel der Wohnsitze, die durch stete Kriege nothwendig erzeugte Rohheit ließ keine Gelegenheit sich geltend machen oder andauern, wo etwa geistige Ausbildung hätte eingreifen können. Ein todter Schatz blieben die wissenschaftlichen Werke in den Händen ihrer einzigen Bewahrer, der Geistlichen. Erst im 8. Jahrhundert, als die verschiedenen Völker sich dauernde Wohnsitze gegründet hatten, beginnt ein schwacher Schein von Licht sich allmälig, aber nur langsam, Bahn zu brechen. In Deutschland und Frankreich war Karl der Große für die Verbreitung von Cultur eifrig bemüht. In dem südlichen Italien begann einiges wissenschaftliches Leben; die Benedictinergeistlichen namentlich machten sich dort seit dem 8. Jahrhundert um die Erhaltung gelehrter Schriften und um ihre Ausbreitung bemüht; es entstand gegen 1100 die medicinische Schule zu Salerno, als erster Vereinigungspunkt mehrerer, nach gleichen Zwecken strebender, Gelehrten. Hier vermittelte sich die Bekanntschaft der westlichen Europäer mit den griechischen und arabischen Schriftstellern, aber nur gering war der Zusammenhang, welcher damals noch das südliche Italien mit den nördlichen Gegenden verband. Wenige Anregung auch zu wissenschaftlicher Thätigkeit schöpften diese letzteren Länder durch die Kreuzzüge (von 1096 an); auf die Verbreitung chemischer Kennt-

Uebergang der Wissenschaft zu den Abendländern.

nisse namentlich haben diese Kriege fast gar keinen Einfluß ausgeübt. Weder waren diejenigen Bewohner des nordwestlichen Europa's, welche dadurch in Berührung mit fremden, ihnen an Kenntnissen im Allgemeinen überlegenen, Völkern kamen, ihrem Stand und ihrer Bildung nach zur Auffassung geistiger Bestrebungen geeignet, noch begünstigte der Zweck des Unternehmens, Krieg, den Austausch wissenschaftlicher Ansichten. Den Franzosen, Deutschen und Engländern kam die wissenschaftliche Richtung hauptsächlich durch directen Verkehr mit den Arabern in Spanien zu, deren Hochschulen seit dem 10. Jahrhundert von Wißbegierigen aller Länder besucht wurden. Nach dem Muster der arabischen Lehranstalten entstanden nun auch in den christlichen Staaten ähnliche Institute; der Gründung der medicinischen Schule zu Montpellier (1150) folgte rasch die der Universitäten zu Paris (1215), Salamanka (1222), Neapel (1224), Padua (1227), Toulouse (1228) u. a.

Diejenigen Wissenschaften, mit welchen vorzüglich die Abendländer durch die Araber von Spanien her bekannt gemacht wurden, waren die Medicin, die Mathematik, die Astronomie und die Chemie. Die letzte, aber immer in der Verirrung als Alchemie, ist bereits in dem 13. Jahrhundert über einen großen Theil des nordwestlichen Europa's verbreitet.

Vielleicht schon vor dieser Zeit haben Einzelne in diesen Ländern sich dem Streben nach Metallverwandlung hingegeben (vergl. die Verbreitung der Alchemie in der speciellen Geschichte derselben). Von dem 6. Jahrhundert an werden uns Engländer, Franzosen und Italiener als Alchemisten genannt, aber die Richtigkeit der Nachrichten ist nicht verbürgt, und was als ihre Schriften ausgegeben wurde, wetteifert an Dunkelheit und Unbedeutsamkeit mit denen der späteren Araber. Mit dem 13. Jahrhundert aber faßt die Geschichte wieder festern Fuß; hier treten gleichzeitig in Deutschland, England, Frankreich und Spanien Männer auf, über welche wir genug beglaubigte Nachrichten besitzen, um den Zustand ihrer Kenntnisse und die Erweiterungen, welche die Chemie ihnen verdankt, schildern zu können.

Albertus Magnus. Leben.

In Deutschland ist Albert von Bollstädt, gewöhnlich Albertus Magnus genannt, der erste für die Chemie bedeutende Gelehrte, den dieses Land aufweisen kann. Er stammte aus dem Geschlecht der Grafen von Bollstädt und war 1193 zu Lauingen an der Donau, in Schwaben,

geboren. Er widmete sich dem geistlichen Stand, studirte zu Padua, lehrte dann die Theologie zu Kölln und zu Paris, und trat 1223 in den Dominicanerorden. Als Provincial seines Ordens durchreis'te er ganz Deutschland, und ging 1260 nach Rom, wo er zum Bischof von Regensburg gemacht wurde. Er gab diese Würde aus Liebe zur Ruhe und zu den Wissenschaften schon 1265 wieder auf, und begab sich in das Dominicanerkloster zu Kölln, wo er 1280 starb, non sine testimonio evidenti magnae sanctitatis, wie sein im 15. Jahrhundert lebender Geschichtschreiber Tritheim berichtet. Albertus Magnus. Leben.

Albertus Magnus (propter insuperabilem scientiam omnium scientiarum merito cognominatus est magnus, urtheilte schon die Nachwelt zwei Jahrhunderte nach ihm) umfaßte alle Wissenschaften, die zu seiner Zeit betrieben wurden; die Naturwissenschaften, als deren Beförderer wir ihn hier zu besprechen haben, waren nicht einmal das Fach, in welchem er am ausgezeichnetsten war (magnus in magia naturali, major in philosophia, maximus in theologia, sagt Tritheim). Ihn traf das in damaliger Zeit seltene Glück, trotz dem, daß ihm vom Volke alle möglichen Zauberkünste beigemessen wurden, nicht allein den Verfolgungen der Geistlichkeit sich nicht ausgesetzt zu sehen, sondern sogar bei dieser im Ruf der strengsten Rechtgläubigkeit zu stehen, welcher sogar nach seinem Tod (der, wie sein Biograph wiederholt versichert, non sine miraculis et opinione certissimae sanctitatis stattfand) sich zu dem Ruf der Heiligkeit steigerte.

Mit der Alchemie beschäftigte sich Albertus Magnus viel. Die Möglichkeit der Metallverwandlung betrachtete er als eine ausgemachte Sache; für um so schwieriger hielt er sie, je mehr das zu verwandelnde Metall und das darzustellende in ihren Eigenschaften verschieden sind. So läßt sich nach ihm aus dem Silber leichter als aus jedem andern Metall Gold darstellen, denn das erstere kommt mit dem letztern in der Mischung sehr annähernd überein, und man braucht in dem Silber hauptsächlich nur Farbe und Schwere abzuändern, um Gold zu erhalten. Anderwärts aber stellt er die Metallverwandlung als schwieriger dar, und warnt vor Betrügereien; namentlich vor bloßer Veränderung der Farbe, ohne daß auch die anderen Eigenschaften umgeschaffen werden. Er gesteht indeß zu, daß verschiedene Species von Körpern nicht in einander umgewandelt werden können; die verschiedenen Metalle aber erkennt er nicht als verschiedene Species an, weil sie alle (qualitativ) gleich zusammengesetzt seien, und betrachtet sie ge- Theoretische Ansichten.

Albertus Magnus.

wissermaßen als Spielarten einer und derselben Species. Seine Ansichten über ihre Zusammensetzung sind im Wesentlichen die Geber's, und geben somit hinlänglich zu erkennen, aus welcher Quelle ihm seine Kenntnisse zugeflossen sind; indeß meint er auch, außer Schwefel und Quecksilber müsse Wasser ein Bestandtheil aller Metalle sein, dessen Kälte die Ursache ihres festen Zustands sei; und er scheint so einzelne Ansichten des Aristoteles über die Elementareigenschaften mit den Lehrsätzen der arabischen Schule vermittelt haben zu wollen.

Praktische Kenntnisse.

In dem praktischen Theil oer Chemie zeigt er sich wohlbewandert und giebt manche Verfahrungsweisen an, die sich bei Geber noch nicht erwähnt finden; die Destillation war ihm ein sehr geläufiger Handgriff, und das Gelingen der Operationen suchte er sich durch Anwendung verschiedener Arten von Kitt noch mehr zu sichern. Das Gold wußte er nicht allein mit Blei, sondern auch durch Cementation zu reinigen, und in der oft wiederholten Einwirkung starken Feuers fand er das sicherste Mittel, die edeln Metalle von den unedeln zu unterscheiden. Er kannte die Trennung des Golds vom Silber durch Scheidewasser. Er zuerst erwähnt des regulinischen Arseniks und seiner Darstellung; Arsenik sowohl als Schwefel wußte er durch Sublimation aus den Erzen zu scheiden. Die Verbindungen des Schwefels mit Metallen untersuchte er genauer und fand, daß der erstere alle Metalle, mit Ausnahme des Goldes, angreift, wenn er auf sie im geschmolzenen Zustand geworfen wird. Mit welchem Rechte ihm die Kenntniß des Schießpulvers zugeschrieben wird, werde ich bei der speciellen Geschichte dieses Stoffs weiter besprechen; wie denn überhaupt in den folgenden Theilen noch mehrerer einzelner Beobachtungen von ihm erwähnt werden wird.

Schriften.

Albertus Magnus war ein sehr fruchtbarer Schriftsteller; der größere Theil seiner Schriften ist indeß theologischen und philosophischen Inhalts. Seine gesammten Werke wurden 1651 zu Leyden in 21 Foliobänden herausgegeben. Wir haben hier nur die von chemischem Inhalt anzuführen; die Anzahl der dahingehörigen und ihm zugeschriebenen Werke wird sehr verschieden angegeben; mehrere unter seinem Namen verbreitete sind ohne Zweifel untergeschoben. Diejenigen, die für die Chemie Wichtigkeit haben und ihm mit mehr Sicherheit beigelegt werden können, sind:

De Alchymia.

De rebus metallicis et mineralibus, libri quinque.

Diese beiden Schriften sind die reichhaltigeren. Die Alchymia wurde

erst im 17. Jahrhundert gedruckt, und es scheinen durch die Abschreiber Nachträge aus späterer Zeit hineingekommen zu sein. Das zweite Werk wurde schon zu Anfang des 16. Jahrhunderts durch den Druck verbreitet. Weniger wichtig sind: Albertus Magnus. Schriften.

Compositum de compositis.

Secretorum tractatus.

Breve compendium de ortu metallorum.

Concordantia philosophorum de lapide.

Philosophia pauperum.

Liber octo capitum de philosophorum lapide.

Diese finden sich erst in späteren Sammlungen alchemistischer Abhandlungen und in der Gesammtausgabe seiner Werke ihm zugeschrieben. Zweifelhaften Ursprungs ist noch:

De mirabilibus mundi,

welches Werk bereits zu Ende des 15. Jahrhunderts gedruckt wurde. Die Titel der anderen Werke, die ihm hin und wieder, mitunter nachweisbar unrichtig, beigelegt wurden, finden hier um so weniger eine Stelle, da sie nichts für die Geschichte der Chemie Bemerkenswerthes enthalten.

Gleichzeitig ungefähr, wie Albertus Magnus in Deutschland, lebte in England Roger Baco. Dieser war 1214 zu Ilchester in der Grafschaft Somerset geboren. Er widmete sich gleichfalls dem geistlichen Stand und studirte zu Oxford und Paris. Er ging dann wieder nach Oxford zurück, wo er in den Franciscanerorden eintrat und als Lehrer zu wirken anfing. Baco vereinigte, ebenso wie Albertus Magnus, die mannigfaltigsten Kenntnisse, so daß ihm später der Ehrennamen Doctor mirabilis beigelegt wurde; er machte sich um das Studium der Sprachen sehr verdient; er war ein vorzüglicher Astronom und machte zuerst auf die Fehler des Julianischen Kalenders aufmerksam; er war ein ausgezeichneter Mechaniker und Optiker und brachte automatische Kunstwerke zu Stande, die zu seiner Zeit nicht als auf gewöhnlichem Weg gearbeitet galten, sondern deren Verfertigung der Mitwirkung des Teufels zugeschrieben wurde. Seine Kenntnisse in der Chemie mochten ebenfalls dazu beitragen, ihn des Bundes mit dem bösen Feind bezüchtigen zu lassen. Minder glücklich oder unvorsichtiger als Albertus Magnus, entging Roger Baco der Verfolgung als Zauberer nicht. Er wurde in Oxford von seinen eigenen Klosterbrüdern Roger Baco. Leben.

Roger Baco. in das Gefängniß geworfen. Durch Papst Clemens IV., der ihn hochschätzte, wurde er zwar bald wieder befreit, aber unter dem nächstfolgenden Papst Nicolaus III. abermals eingekerkert und erst nach zehnjähriger Gefangenschaft wieder in Freiheit gesetzt. Die übrige Zeit seines Lebens brachte er in Oxford in der Stille hin, bis er 1284 (nach Anderen 1292) starb.

Chemische Kenntnisse. Roger Baco ragte nicht nur, was vielseitige Gelehrsamkeit, sondern auch was Aufklärung betrifft, vortheilhaft vor den meisten seiner übrigen Zeitgenossen hervor. Er wußte, was für den großen Haufen Zauberkünste sind, deren Möglichkeit er geradezu leugnete; er besprach offen, in einer eigenen Epistel de nullitate magiae, wie die natürlichsten Erscheinungen dem beschränkten und unwissenden Geist als übernatürliche erscheinen können, und wie mit der Ausbreitung von Bildung und naturwissenschaftlichen Kenntnissen sich die Zahl der unbegreiflichen Dinge und der Zaubereien schnell vermindern muß.

War er indeß auch in vielen Stücken aufgeklärter, als dies der Geist seines Zeitalters erwarten läßt, so konnte er sich doch von diesem, was die Alchemie angeht, nicht losreißen. Die Möglichkeit der Metallverwandlung vertheidigte er aus allen Kräften, gestützt auf die Theorie von der Zusammensetzung der Metalle, die er ganz nach Geber'schen Grundsätzen vorbringt. Von dem Stein der Weisen spricht er als von einer wirklich existirenden Sache, und erzählt Wunderdinge von den außerordentlich großen Mengen unedeln Metalls, die ein kleiner Theil der geheimnißvollen Substanz in Gold verwandeln könne. Im Allgemeinen stimmen seine alchemistischen Ansichten mit denen des Albertus Magnus überein; beide haben aus derselben Quelle, den Arabern, geschöpft.

Praktisch scheint Roger Baco nicht so fleißig in der Chemie gearbeitet zu haben, als sein vorerwähnter Zeitgenosse, wenigstens finden sich in seinen Schriften nicht so viel Processe neu angegeben, noch eine gleiche Anzahl neuer Thatsachen mitgetheilt. Ein genaues Verständniß wird überdies manchmal durch räthselhafte Namen erschwert. Doch verdankt ihm auch die wissenschaftliche Chemie Manches; so machte er darauf aufmerksam, daß Alaun und Vitriol nicht identische Körper seien, wie man zu seiner Zeit, wo man wenig krystallinische Substanzen kannte, deßhalb und vielleicht wegen eines ähnlichen Verhaltens in der Hitze, noch glaubte. Er lehrte, das Schwefelarsenik durch Erhitzen mit Eisen zersetzen, besprach das Verlöschen

brennender Körper in verschlossenen Gefäßen, wo ihnen der Zutritt von Luft fehlt, und giebt noch andere erfahrungsmäßige Wahrnehmungen, welche ich besser erst in den folgenden Theilen beibringe. Mit dem Schießpulver war auch er bereits bekannt. Roger Baco.

Mehr, denn als praktischer Chemiker, ist Baco in der Geschichte der Chemie als Schriftsteller berühmt; von seinen zahlreichen Schriften beschäftigt sich nur ein Theil mit der Chemie, und hiervon liegen noch viele Manuscripte ungedruckt in verschiedenen englischen Bibliotheken. Im 16. Jahrhundert kamen zuerst einige davon abgesondert im Druck heraus; zu derselben Zeit und noch später erschienen einzelne kleinere Abhandlungen in Sammlungen alchemistischer Traktate. Dieselben Schriften von ihm kommen manchmal unter verschiedenen Titeln vor. Mit Uebergehung der für die Geschichte weniger bedeutenden Werke folgen hier die wichtigeren: Schriften.

Opus majus.

Speculum alchemiae.

Epistola de secretis operibus artis et naturae, et nullitate Magiae.

Breve breviarium de dono Dei.

Ein dritter Alchemist jener Zeit von gleich hohem Ruf war Arnold Bachuone, von seinem Geburtsort Arnold Villanovanus genannt, und unter dem letztern Namen mehr bekannt als unter dem erstern. Er war 1235 geboren, ob zu Villeneuve in der Provence oder zu Villanova in Catalonien, ist nicht entschieden, wenn schon ersteres als wahrscheinlicher angesehen wird. Er studirte Philosophie und Arzneikunde zu Barcelona, wo damals ein berühmter Arzt, Johannes Casamila, lehrte; später trat er an dieser Hochschule selbst als Lehrer auf. Zu dem König Peter von Arragonien, der krank darnieder lag, berufen, sagte er dessen Tod voraus, und die Aeußerung dieser ärztlichen Meinung, die man ihm als astrologische Prophezeihung auslegte, war die Ursache, daß er aus Spanien vertrieben wurde. Es scheint, daß dies Ereigniß ihn in der hohen Meinung, die er von Astrologie, Kabbala und Magie hegte, noch mehr bestärkte, denn später trat er wieder mit einer Prophezeihung auf, in welcher er den Untergang der Welt auf das Jahr 1335 voraussagte. Von dem Erzbischof von Tarragona wegen Astrologie und anstößiger Lehrmeinungen in den Bann gethan und in ganz Spanien von der Geistlichkeit verfolgt, flüchtete er Arnoldus Villanovanus. Leben.

Arnoldus Villanovanus. Leben.

nach Frankreich, und ging zuerst nach Paris, wo er aber auch bald in den Ruf eines Goldmachers, der mit dem Teufel im Bunde stehe, kam, und von der dortigen Geistlichkeit ebenfalls als Ketzer verjagt wurde. Er wandte sich von Paris nach Montpellier, aber auch hier konnte er sich nicht halten, und mußte Frankreich verlassen. Er floh nach Italien, wo er sich hintereinander zu Rom, Bologna, Florenz und Neapel aufhielt, bis er endlich 1296 in Sicilien unter dem damaligen Beherrscher dieser Insel, dem Arragonischen Könige Friedrich II., Schutz fand. Von diesem wurde er 1312 nach Avignon geschickt, um den dort krank liegenden Papst Clemens V. zu heilen, und auf dieser Reise fand er durch einen Schiffbruch den Tod in den Wellen.

Chemische Kenntnisse.

Arnold Villanovanus war gleichfalls Anhänger der arabischen Schule; er theilte ihre Ansichten, was die Möglichkeit der Metallverwandlung und die Zusammensetzung der Metalle betrifft. Die Aussprüche über eine vervielfältigende Kraft des Steins der Weisen sind dieselben, wie bei Baco; eigenthümlich ist ihm der in der Folge oft wieder vorgebrachte Glauben an die große arzneiliche Wirksamkeit des Goldes im trinkbaren Zustand. Diese Ansicht, daß trinkbares Gold eine sehr heilsame Arznei sei, scheint ihren Ursprung dem Umstand verdankt zu haben, daß Arzneien, welche kein Gold enthielten, nach ihrer Farbe oder sonstigen Eigenschaften als Goldmedicamente bezeichnet wurden. So scheint eben des Villanovanus aqua auri nur ein mit Gewürzen gelb gefärbter und mit Zucker versüßter Weingeist gewesen zu sein; eine andere Goldarznei, welcher er erwähnt, wurde bereitet, indem man eine glühende Goldplatte in Wein ablöschte. Solche Mittel wurden aqua auri, aurum potabile u. s. w. genannt; später nahm man diese Bezeichnungen im wörtlichen Sinn, und strebte, das Gold in einen trinkbaren Zustand zu versetzen, ohne daß die Flüssigkeit ätzende, giftige Eigenschaften zeige.

Die arzneiliche Anwendung chemischer Präparate ist wohl das Hauptsächlichste, was für die Wissenschaft aus Arnold's alchemistischen Bemühungen hervorging. Wenn er auch von vielen dieser Präparate nicht der Entdecker ist, so darf ihm doch das Verdienst nicht abgesprochen werden, daß durch ihn die weitere Kenntniß derselben und ihre Anwendung erst verbreitet wurde. Er wandte bereits mehrere Quecksilbermittel äußerlich an, namentlich graue Quecksilbersalbe, deren Wirkungen er übrigens recht wohl kannte. In der Destillation war er besonders wohl erfahren, und stellte mit

Hülfe derselben verschiedene Körper, wie Terpenthinöl, Rosmarinöl u. s. w. dar; er kannte die brennenden Eigenschaften des Weingeists, den er durch Destillation des Rothweins zu bereiten lehrte. Ueber die Gifte und die Art ihrer Wirkung hatte er gute Kenntnisse; er züerst machte auf die giftigen Eigenschaften fauler thierischer Substanzen, oder des Fleisches von einer bösartigen Wunde, aufmerksam. Arnoldus Villanovanus.

Schriften. Seine Schriften sind sehr zahlreich; mehrere sind noch nur in Manuscripten vorhanden. Viele davon wurden schon zu Anfang des 16. Jahrhunderts gesammelt und im Druck herausgegeben; als die wichtigeren führe ich hier nur an:

Rosarius Philosophorum (auch unter den Titeln: Thesaurus thesaurorum oder Thesaurus incomparabilis).

De vinis.

De venenis.

Antidotarium.

Raymundus Lullus. Leben. Ein Schüler der beiden vorhergehenden, wenn schon mit dem letztern von ungefähr gleichem Alter, war Raymundus Lullus, ohne Zweifel einer der excentrischsten Menschen seiner Zeit. Von vornehmen Eltern zu Palma auf Majorka 1235 geboren, brachte er sein Vermögen im Heere und an dem Hofe des Königs von Arragonien durch. Auf diese Art daran erinnert, das Wohlleben aufzugeben, und, seiner Versicherung nach, auch durch eine göttliche Erscheinung dazu aufgefordert, entsagte er der Welt und ihren Eitelkeiten; er beschäftigte sich mit der Erlernung vieler Sprachen, studirte zu St. Jago de Compostella und Montpellier, und bezog dann, 1281, die Universität zu Paris, wo er sich der Theologie widmete, die Doctorwürde in dieser Wissenschaft erlangte, und in den Minoritenorden eintrat. Hier wurde er auch mit Roger Baco bekannt, und von diesem vermuthlich in das Studium der Alchemie eingeführt. Er machte dann gelehrte Reisen durch Frankreich, Deutschland und Italien, wo er 1293 in Neapel mit Arnoldus Villanovanus bekannt wurde und längere Zeit mit ihm zusammen lebte. Im Jahre 1300 reis'te er nach dem Orient, und hielt sich namentlich in Cypern, Palästina und Armenien auf. Nach seiner Rückkehr faßte er den Entschluß, die Mauren in Nordafrika zu bekehren, und da der König von England, den er durch Versprechung sehr großer Geldmittel für seinen Plan zu gewinnen suchte, seinen Aufforderungen nicht

Raymundus Lullus. Leben.

entsprach, so versuchte er allein durch die Macht der Rede den Unglauben zu bekämpfen. Er ging im Jahre 1306 selbst nach Afrika, und predigte zu Bugia das Evangelium; ward aber festgenommen und einige Jahre hindurch gefangen gehalten. Die Gefangenschaft zähmte seinen Eifer nicht; nach seiner Freilassung ging er 1315 wiederum als Bekehrer nach Algier und von da nach Tunis, wo er von den Einwohnern zu Tode gesteinigt wurde. Sein Leichnam wurde nach Majorca gebracht und da begraben; die Grabschrift soll als Chronostichon das Jahr 1315 ausgewiesen haben. Nach Anderen soll Raymundus an den Folgen der Steinigung nicht gestorben, sondern von christlichen Kaufleuten halb todt nach der Insel Majorca gebracht worden sein. Nach seiner Genesung sei er nach Italien gekommen, wo er 1330 die Verfertigung des Steins der Weisen in noch größerer Vollkommenheit, als es ihm bisher bekannt war, erlernt habe. Da sei er nach England gegangen, und habe für den König, behufs der Ausrüstung zu einem Kreuzzug, unglaubliche Quantitäten Goldes aus unedlen Metallen dargestellt, die von diesem aber zur Kriegführung gegen Frankreich benutzt worden seien. Enttäuscht habe sich Raymundus nach Italien zurückgewendet, wo nach 1333 man keine Nachricht mehr von ihm habe. Die letzteren Angaben stützen sich auf Aeußerungen in einzelnen Werken, welche Raymund beigelegt wurden; man hat namentlich dafür das testamentum novissimum und das Werk de mercuriis angeführt, welchen das Datum ihrer Beendigung (1332 und 1333) beigesetzt ist. Diese Werke werden indeß vielfach als untergeschoben oder mindestens in einzelnen Theilen gefälscht betrachtet; das ungewöhnlich hohe Alter, welches Lullus hiernach erreicht haben müßte, spricht sehr gegen die Wahrheit der Erzählung. Ueberdies stimmen alle Nachrichten darin überein, daß er sein Leben auf achtzig Jahre gebracht habe; und eine Veränderung in der Annahme seines Geburtsjahrs ist unstatthaft, indem dann viele chronologisch feststehende Umstände seines Lebens zu seinem Alter nicht mehr passen. Das Jahr 1315 mag sonach mit größerer Wahrscheinlichkeit als das seines Todes angenommen werden.

Einfluß.

Während die im Vorhergehenden besprochenen Alchemisten, wenn auch vielfach durch irrige Ansichten geblendet, doch im Ganzen (und unter ihnen namentlich Roger Baco) zur Belehrung beitrugen und Aufklärung mehr oder weniger vorbereiteten, so läßt sich von Raymundus Lullus fast

nur das Gegentheil behaupten. Er hat zwar vielfache neue Wahrnehmungen gemacht und manche von diesen in seinen Schriften ziemlich klar angegeben, aber seine verworrene und unklare Bezeichnungsweise, sein bilderreicher Styl hat in den folgenden Jahrhunderten, wo alle Alchemisten sich mit der Enträthselung seiner unverständlichen Ausdrücke beschäftigten, bei weitem überwiegende Nachtheile hervorgebracht. Mit der Dunkelheit seiner Sprache brüstet er sich selbst, und wirft die Schuld des Nichtverstehens darauf, daß der Leser nicht mit der rechten Sinnesstimmung und wahrem, reinem philosophischem Wissensdrang, sondern aus frevelhafter Neugierde oder habsüchtigen Absichten das Studium seiner Werke betreibe. Bei ihm hauptsächlich findet sich die Grundlage zur Vermischung der Arbeit an dem Stein der Weisen und des kirchlichen Glaubens, daß die Reinheit und Inbrünstigkeit des letztern den Erfolg der erstern bedinge; bei ihm zeigt sich zuerst der frömmelnde Ton, der die Alchemisten der folgenden Jahrhunderte besonders auszeichnet. Seine Autorität hat denjenigen, die sich nach ihm des Studiums seiner Werke befleißigten, unendlich geschadet, und ihren Verstand durch seine nicht bloß unklaren, sondern öfters unsinnigen Phrasen verwirrt, ebenso wie seine gleichverworrenen theosophischen Ansichten Anhänger fanden, welche eine eigene Secte, die Lullisten, bildeten, gegen deren Irrthümer die Inquisition einzuschreiten und Papst Gregor XI. seinen Bannstrahl zu schleudern für nöthig erachteten. Nicht die Klarheit seiner Ansichten ist es also, welche ihm bei seinen Anhängern den Beinamen Doctor illuminatissimus zuzog, sondern der mystische Charakter, in welchem er seine, wie er versichert, auf höherer Eingebung beruhenden, Träumereien vorträgt. Dies war der Fall mit einem Mann, der ohne Zweifel ein höchst scharfsinniger Kopf, außerdem auch ein guter Beobachter war, den indeß seine Einbildungskraft so weit hingerissen hatte, daß er Dinge für wahr und selbsterfahren ausgab, die ihm höchstens als möglich erscheinen konnten. — Die Chemie bereicherte er mit vielen neuen Beobachtungen; sein Verhältniß zu dieser Wissenschaft will ich noch näher angeben.

Raymundus Lullus. Einfluß.

Lullus ist mit Geber's Ansichten vertraut; es wird dieser unter dem Namen paganus ille philosophus öfters von ihm erwähnt. Die Zusammensetzung der Metalle erkennt er demgemäß an; die Bereitung des Steins der Weisen lehrt er, seiner Aussage nach, erfahrungsgemäß, und vergleicht sie mit der Verdauung, Bereitung des Bluts und Ausscheidung

Chemische Kenntnisse.

Raymundus Lullus. Chemische Kenntnisse.

der übrigen Säfte im thierischen Körper; er schreibt dieser Substanz die Kraft, in kleiner Menge die größten Quantitäten unedeln Metalls in Gold zu verwandeln, noch in höherm Grade zu, als irgend einer seiner Vorgänger; deßgleichen legt er ihr die Eigenschaft einer Universalarznei bei, und rühmt auch die medicinische Wirksamkeit des flüssigen Goldes.

Wichtiger für die Chemie waren seine praktischen Leistungen, und hier zeigte er sich mit allen Erfahrungen seiner Zeit wohl bekannt, und fügte noch neue hinzu. Den Weingeist und seine Entzündlichkeit kannte er, und wußte ihn nicht allein durch wiederholtes Ueberziehen, sondern auch durch Entwässern mittelst kohlensauren Kali's reiner darzustellen. Er zuerst erwähnt des kohlensauren Ammoniaks und der Coagulation einer Auflösung davon durch Zusatz von Weingeist. So zeigen noch mehrere andere neue Angaben, wie gut er in vielen Fällen beobachtete, und wie er oft bestimmte Zwecke durch Anwendung ganz richtig ausgedachter Mittel zu erreichen wußte.

Wir sehen dies auch in der Beschreibung von Manipulationen, die er gegeben hat, wo er sich oft sehr umsichtig zeigt. Um die verschiedenen Gefäße bei chemischen Operationen mit einander fest zu verbinden und sich so vor Verlust zu schützen, umwand er die Fugen mit Leinwand, auf welche er mit Eiweiß gemischten Mehlkleister strich; um seine Glaskolben auf dem Feuer vor Zerspringen zu sichern, wandte er einen Beschlag von Lehm an, unter welchen er Haare gemischt hatte. Viel Nachahmung fand auch bei seinen nächsten Nachfolgern sein Verfahren, gelinde, lang andauernde Wärme hervorzubringen; er bedient sich hierzu des Pferdemistes, den er noch oft zu diesem Zweck mit Kalk versetzte.

Solche Mittheilungen sind durch spätere Beobachtungen bestätigt worden. Aber mit derselben Sicherheit, wie diese, bringt Lullus auch andere Angaben vor, die oft alles Sinns, nicht nur aller Wahrscheinlichkeit, entbehren. Dahin gehören die oben schon besprochenen Ansichten über die Wirksamkeit des Steins der Weisen, dann noch die Beschreibung einer Menge anderer Processe, die nur in seinem Kopf stattgefunden haben. Denn nicht nur die Bereitung des Goldes ist ihm bekannt, sondern auch die aller kostbaren Steine. Alle Edelsteine (mit Einschluß der Perlen, die er gleichfalls dazu rechnet) werden bereitet aus verschiedenen erdigen Wassern, die nach Metallen benannt sind, deren Zubereitung aber aus seinen Schriften nicht zu erforschen ist, und durch Consolidiren mit einer gleich geheimnißvollen härtenden Flüssigkeit. Ganz einfach dient nun nach seiner

Vorschrift (in seinem Compendium animae transmutationis artis metallorum) zur Bereitung des Diamants die aqua terrestris des Silbers und zur Härtung aqua indurativa; zum Saphir das des Silbers und das des Zinns; zum Türkis das des Kupfers und das des Blei's; zum Topas das des Goldes und das des Eisens; zum Chalcedon das des Eisens und das des Silbers u. s. f.; zur Composition der Perlen endlich das des Blei's, das des Zinns und das des Silbers. Die Härtung geschieht gewöhnlich in drei Abschnitten, wovon man indeß weiter nichts erfährt, als daß der erste Abschnitt Optesis, der zweite Optatesis heißt, und daß bei der dritten der Sulphur thätig ist.

Raymundus Lullus. Chemische Kenntnisse.

Ein derartiges Specimen seiner Chemie ist hier um so mehr einzuschalten, da Lullus für lange Zeit der Götze aller Alchemisten war, und für die bedeutendste Erscheinung dieses Zeitalters gehalten wurde. — Hinsichtlich seiner Schriften herrscht viel Unsicherheit. Er ist der Verfasser zahlreicher Werke, von denen nur der kleinere Theil der Chemie angehört; die Anzahl wird aber noch bedeutend vermehrt durch eine große Menge zweifelhafter oder bestimmt untergeschobener Schriften, von welchen viele als Manuscripte nur dem Titel nach bekannt sind. Zu der Zeit, als die Alchemie noch in Blüthe stand, und man es mehr der Mühe werth hielt, solchen Schriften nachzuspüren, suchte man sich wenigstens eine Uebersicht aller seiner Werke zu verschaffen, und einzelne Liebhaber der Alchemie zu Paris, die es freilich mit der Kritik nicht sonderlich scharf nehmen mochten, hatten Verzeichnisse von 4000 und noch mehr Titeln aufzuweisen. Wegen dieser großen Menge von Schriften und ihres so verschiedenartigen Inhalts hat man annehmen wollen, es haben zwei verschiedene Gelehrte desselben Namens zu nahe gleicher Zeit gelebt, ein Theologe und ein Alchemist; Beweise für diese Ansicht hat man keine, im Gegentheil widersprechen ihr alle biographischen Nachrichten. Die übergroße Anzahl von Schriften, die seinen Namen tragen, erklärt sich leichter aus der Sucht der folgenden Jahrhunderte, eigene Producte früheren Gelehrten unterzuschieben, und gerade bei der Berühmtheit Lull's mußte sein Namen oft herhalten. — Von den chemischen Schriften, die unter seinem Namen verbreitet wurden, können nur etwa 20 für ächt gehalten werden; sie wurden zuerst im 16. Jahrhundert, theils einzeln, theils in mehr oder weniger vollständigen Sammlungen, durch den Druck verbreitet. Man hat nur lateinische Exemplare und Handschriften, und wahrscheinlich schrieb er auch, wenigstens größtentheils, in dieser Sprache.

Schriften.

Raymundus Lullus. Schriften.

Auffallend ist es jedoch, daß, wo er sich auf ein anderes Kapitel bezieht, oft (namentlich im testamentum) die Anfangsworte des Titels in spanischer Sprache angeführt stehen. Die wichtigeren seiner chemischen Schriften sind:

Testamentum, duobus libris universam artem chymicam complectens.

Codicillus, seu Vademecum.

Experimenta.

Während das dreizehnte Jahrhundert in vier verschiedenen Ländern des westlichen Europa's Alchemisten von hohem Ruf aufzuweisen hat, die zugleich der Chemie selbst durch neue Beobachtungen nützten, finden wir während des vierzehnten in keinem dieser Länder auch nur Einen, der sich den im Vorhergehenden Besprochenen würdig anreihen könnte. Freilich fehlt es auch in dieser Zeit nicht an Männern, die sich für Besitzer des großen Geheimnisses, des Steins der Weisen, ausgaben, und welche von der leichtgläubigen Menge als solche hoch geachtet wurden, im Gegentheil ist die Zahl der Alchemisten stets im Steigen; aber den Kenntnissen der eigentlichen Chemie haben sie nichts Neues hinzugefügt; nur die bekanntesten können deßhalb hier kurz erwähnt werden. Nicolaus Flamel, 1330 zu Pontoise in Frankreich geboren, soll den Stein der Weisen besessen und sich großes Vermögen und langes Leben damit erworben haben; die hierhergehörigen Angaben der an solche Wunderdinge Gläubigen sind so fabelhaft, daß ich sie erst bei der Zusammenfassung der alchemistischen Irrthümer in der speciellen Geschichte der Alchemie mittheilen werde. Die unter Flamel's Namen cursirenden Schriften sind ganz unverständlich; französische Bibliotheken bewahren sie in lateinischen und französischen Handschriften, deren Datum zum Theil seinem Zeitalter nahe kommt; im 17. Jahrhundert erst wurden sie gedruckt. — Zwei holländische Chemiker, Isaak Hollandus und Johann Isaak Hollandus, werden gleichfalls zu Ende des 14. Jahrhunderts gesetzt. Ueber ihre Lebensverhältnisse ist nichts bekannt; nur geht aus ihren Schriften hervor, daß der erstere der Vater des letztern war. In beider Werken, welche mit mehr Deutlichkeit, als damals gebräuchlich war, geschrieben sind, aber doch kein einziges für die wissenschaftliche Chemie wichtiges neues Factum enthalten, ist der Stein der Weisen und seine Wirkung mit einer Genauigkeit beschrieben, wie es anscheinend nur nach eigener Erfahrung möglich ist. Die vervielfältigende Kraft desselben ist nach ihnen

Nicolaus Flamel.

Isaak Hollandus und Johann Isaak Hollandus.

ungemein groß; der ältere Hollandus giebt zudem genau an, in welcher Weise und Form diese Substanz als Heilmittel eingenommen werden muß. Schriften unter den Namen dieser beiden Alchemisten wurden erst von 1600 an durch den Druck veröffentlicht. Isaak dem Vater schreibt man neben anderen alchemistischen Abhandlungen Opera mineralia und vegetabilia und einen Tractat de spiritu urinae zu; unter den Schriften Johann Isaaks des Sohns ist ein Opus Saturni und ein Tractat de lapide seu elixir philosophico am bemerkenswerthesten. Sie bieten keinen Anlaß, uns hier länger bei ihnen aufzuhalten; einige interessante Einzelnheiten verschiebe ich bis zu den folgenden Theilen. Isaak Hollandus und Johann Isaak Hollandus.

Diese Alchemisten des 14. Jahrhunderts habe ich erwähnt, als die bedeutendsten Männer ihrer Zeit, welche sich mit Chemie beschäftigt haben, und weil sie für die Alchemisten der folgenden Jahrhunderte als Autoritäten galten; dann auch, um die chronologische Reihe der Chemiker nicht zu unterbrechen, und durch sie, in Ermangelung ausgezeichneterer, das 15. Jahrhundert an das 13. anzuknüpfen. Aus dem Zeitraume von 1400 bis 1500 lassen sich mehrere Alchemisten, die im Ruf als Besitzer des Steins der Weisen standen, nennen, und mit gleichem Recht wie Flamel hier anführen; so in Italien Graf Bernhard von Trevigo oder der Tarviser Mark im Venetianischen (oft verwechselt mit einem Alchemisten Bernardus Trevirensis aus der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts, und einem Antonius Tarvisinus, der 1568 zu Venedig alchemistische Betrügereien ausübte). Er war 1406 zu Padua geboren, suchte lange nach dem Stein der Weisen, durchreis'te alle Länder, um Belehrung zu finden, entdeckte endlich, seiner Aussage nach 1481, das Geheimniß, und starb 1490. Es werden ihm unverständliche, in französischer Sprache abgefaßte, Werke zugeschrieben; über die Existenz der Handschriften ist nichts verbürgt; gedruckte Ausgaben erschienen schon in dem 16. Jahrhundert. — Ein Engländer, Georg Ripley, gebürtig und benannt von Ripley in Yorkshire, stand gleichfalls im anerkannten Ruf eines Meisters in der Alchemie. Er war 1415 geboren, also Zeitgenosse des Grafen Bernhard. In seiner Jugend trat er in den Augustinerorden, begann sich in dieser Stellung mit Alchemie zu beschäftigen, durchreis'te aus Sucht nach Belehrung ebenfalls mehrere Länder, hielt sich namentlich lange in Rom auf, und kehrte 1478 im Besitz des Geheimnisses nach England zurück. Er lebte hier eingezogen, Bernhard von Trevigo. Georg Ripley.

Georg Ripley. aber die Sage ging, daß er ungeheure Summen zu christlichen Zwecken verwendet habe. Er starb 1490. Welche von den fünfundzwanzig Schriften, die alle seinen Namen tragen und zum Theil nur handschriftlich vorkommen, ächt sind, steht dahin. Diejenigen, welche ihm allgemein zugeschrieben werden, wie Liber duodecim portarum u. a., enthalten die Theorie der Zusammensetzung der Metalle nach Geber'schen Grundsätzen weitläuftig entwickelt, und als Beweis für die Möglichkeit der Metallverwandlung hingestellt; sodann Ausposaunungen der medicinischen Wirksamkeit des Steins der Weisen, aber keine neuen chemischen Entdeckungen. — Dasselbe gilt von seinem Landsmann und Zeitgenossen

Thomas Norton. Thomas Norton, über dessen Persönlichkeit man ganz im Dunkeln ist. Sein Namen wird erst nach 1600 genannt, zu welcher Zeit er aber von den Alchemisten als Meister ihrer Kunst anerkannt wird, und eine Schrift cursirte unter seinem Namen, die sich, was Undeutlichkeit und Unbedeutsamkeit angeht, denen der zunächst vorhergehenden würdig anschließt. Sie führt den Titel Ordinale, seu Crede mihi, und giebt als Zeit ihrer Abfassung das Jahr 1477 an.

Mag auch diesen Alchemisten das Verdienst zukommen, was man so vielen Lückenbüßern in der Aufeinanderfolge der Beförderer der Chemie nicht abstreiten kann, daß sie wenigstens das Interesse für chemische Beschäftigungen warm hielten, und die ihnen zugekommenen Kenntnisse auf ihre Umgebung übertrugen — sie werden weit überragt durch einen andern Chemiker des 15. Jahrhunderts, dessen persönliche Verhältnisse zwar nicht ganz aufgeklärt sind, dessen Schriften aber genugsam Zeugniß für den Fleiß und die Beobachtungsgabe ihres Verfassers ablegen, um diesem als einer der bedeutendsten Erscheinungen seines Zeitalters eine ehrenvolle Stelle in der Geschichte der Chemie zu sichern.

Basilius Valentinus. Persönliche Verhältnisse. Basilius Valentinus wird der Verfasser dieser Schriften stets genannt, aber von den ersten Zeiten an, wo man sich über seine näheren persönlichen Verhältnisse aufzuklären suchte, ergaben sich Unsicherheiten, welche einige die Existenz eines Chemikers dieses Namens ganz zu leugnen veranlaßt haben. Diejenigen Schriften, auf welche wir in dieser Geschichte, als dem Basilius Valentinus angehörig, Rücksicht nehmen, lassen als Zeit ihrer Abfassung die zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts erkennen, wenn man darauf achtet, was darin als neu und gleichzeitig erwähnt wird.

Schon im Anfang des 16. Jahrhunderts hatten die Schriften des Basilius Berühmtheit erlangt, aber über den Aufenthaltsort des Verfassers, von dem nur bekannt gewesen zu sein scheint, daß er dem Benedictinerorden angehört habe, schwebte damals bereits ein gewisses Dunkel. Kaiser Maximilian der Erste hielt die Frage für wichtig genug, um 1515 Nachforschungen zu veranstalten. Man fragte in vielen Benedictinerklöstern nach, und suchte zu Rom in dem Generalverzeichnisse dieses Ordens, ohne jedoch den Namen zu finden. Die Frage, ob je ein Benedictiner Basilius Valentinus gelebt habe, blieb unentschieden, bis 1675 Gudenus, der die Geschichte von Erfurt bearbeitet hatte, angab, daß im 15. Jahrhundert ein Mönch, Namens Basilius Valentinus, im St. Peterskloster dieser Stadt gelebt habe. Es wurde seitdem die Persönlichkeit und das ungefähre Zeitalter unsers Schriftstellers fast allgemein als constatirt angenommen, wiewohl auch das Provincialverzeichniß der Benedictiner zu Erfurt seinen Namen nicht enthalten haben soll. Basilius Valentinus. Persönliche Verhältnisse.

Wie dem auch sei, unzweifelhaft erscheint die Existenz eines alchemistischen Schriftstellers aus der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts, welchem mit vielem Grund die im Folgenden angegebenen Schriften beigelegt werden, und der unter dem Namen Basilius Valentinus seit dem Ende des 15. Jahrhunderts bekannt ist. Dieser Schriftsteller hat in einiger Beziehung mit Lullus Aehnlichkeit; dieselben überspannten Ideen von der Heilkraft des Steins der Weisen und seiner verwandelnden Kraft auf unedle Metalle, oft auch, sobald er von der bloßen Erzählung der Beobachtungen abgeht, ein unklarer Styl und bilderreicher Ausdruck scheinen anzudeuten, daß auch Basilius sich von dem Einfluß des spanischen Alchemisten nicht loszureißen vermocht hätte. Noch weiter aber als Lullus selbst geht er, wenn er von der geistigen Verfassung spricht, mit welcher die Alchemie betrieben werden soll, wenn der Arbeiter auf glücklichen Erfolg rechnen will. Nach Basilius Valentinus ist die Betreibung der Alchemie die Aufgabe eines Menschenlebens; die Beschäftigung mit dieser Kunst gehört für ihn zur Ausübung der Religion, und die Erlangung des Steins der Weisen ist eine Verherrlichung und Belohnung inniger Frömmigkeit. Wenn man auch schon in Raymund Lull's Werken öfters eine Vergleichung des wahren Glaubens mit der rechten Ausübung der Alchemie erblickt, so ist doch diese Idee hier noch nicht in dem Grade materiell gedacht und ausgesprochen, wie es bei Basilius Eigenthümliche Meinungen.

Basilius Valentinus. Eigenthümliche Meinungen.

Valentinus vorkommt. Der letztere ist der eigentliche Anführer derjenigen, welche ihr Dasein als der Darstellung des Steins der Weisen und der Vorbereitung für ein anderes Leben zugleich bestimmt betrachten, welche in ihrem Aberglauben die Mittel zur Erlangung des erstern mit denen zur Vervollkommnung der zweiten verglichen, welchen zuletzt beide ganz dieselben zu sein schienen, und die sich endlich so weit verirrten, das irdische Leben und die Leiden, welche darin den Menschen treffen, als eine Digestion und Reinigung durch Fermentation — das Grab als den Ort, wo eine die unedleren Bestandtheile zerstörende Putrefaction auf den Menschen einwirkt — die Unsterblichkeit der Seele als mit einer Sublimation seines edleren Wesens verknüpft zu betrachten, und so die heiligsten Begriffe durch Identification mit den materiellsten zu verunreinigen. Diese Richtung findet sich bei Basilius Valentinus schon sehr deutlich ausgesprochen, wenn gleich er noch für manche Begriffe nur bildliche Vergleichungen wagt, die ganz wörtlich zu nehmen erst seine Nachfolger verblendet genug waren.

Theoretische Ansichten.

In Bezug auf die eigentlich chemischen Ansichten des Basilius stellt sich eine seltsame Mischung zweier Richtungen heraus, von denen man kaum glauben sollte, daß sie sich so scharf ausgesprochen in Einem Individuum äußern könnten. Bald erscheint er als kalter, besonnener Beobachter, bald als schwärmender Phantast. Im Allgemeinen schlug er in der Chemie und in der Medicin, der er gleichfalls viel Aufmerksamkeit widmete, einen richtigeren Weg ein, als viele seiner Vorgänger, indem er Beobachtungen an Beobachtungen reihte, und die Erfahrungen über die Wirksamkeit der Arzneimittel, besonders der auf chemischem Wege von ihm dargestellten, für gültigere Entscheidungsgründe über ihre Anwendbarkeit hielt, als die schulgerechten Aussprüche der alten arabischen Aerzte, welche diese Mittel noch nicht angewandt hatten oder von ihnen noch nichts wußten, und auf deren oft stillschweigend verneinende Autorität hin die Nichtanwendung den Aerzten seines Zeitalters Pflicht schien. Seine Klagen über die Verblendung, den Eigensinn und Dünkel der Aerzte seiner Zeit sind oft bitter und derb, aber nichts weniger als unbegründet. — Er zuerst suchte zu zeigen, daß der Begriff Gift nichts Absolutes ist, daß man ein Präparat nicht schlechthin als Arzneimittel verwerfen darf, auf den Grund hin, daß es ein Gift sei, und wandte richtig dagegen ein, daß, was dem gesunden Körper als Gift, oft dem kranken sich als heilsame Medicin erweist.

Von dem Stein der Weisen spricht Basilius als aus eigener Erfahrung, und versichert, das Geheimniß der Bereitung desselben allen seinen Klosterbrüdern mitgetheilt zu haben. Kaum ist es indeß noch nöthig zu bemerken, daß auch in seinen Schriften sich nicht der Weg zur angeblichen Darstellung dieser Substanz auch nur soweit angedeutet fände, um eine Folgerung daraus ziehen zu lassen, auf welche Weise er ihn zu erhalten hoffte; geschweige denn, daß sich vermuthen ließe, welcher Körper ihn in der Meinung, er habe die gesuchte Substanz gefunden, vielleicht irrthümlich bestärkt haben könnte.

Basilius Valentinus. Theoretische Ansichten.

In Bezug auf die theoretischen Ansichten des Basilius Valentinus ist noch hervorzuheben, daß er als die Bestandtheile der Metalle außer Schwefel und Quecksilber hin und wieder auch Salz nennt, und diese drei Körper nicht allein als Elemente der Metalle, sondern auch anderer Stoffe, anzunehmen scheint. (Vergl. Elemente im II. Theil.) Ich werde auf die Bedeutung dieses Worts in der Einleitung zu dem folgenden Zeitalter zurückkommen, wo der Begriff desselben sich erst fester gestaltet, und wo die Annahme desselben als eines Elements lange Zeit hindurch unangefochten bleibt. Es vermittelt diese Ansicht des Basilius nebenbei den Uebergang zu dem folgenden Zeitalter. Die Verschiedenheit der Metalle hat aber auch nach ihm nur ihren Grund in der ungleichen Proportion, Reinheit und Fixation der Bestandtheile. — Ueber die Entstehung der Metalle wird ihm ein Tractat von der heimlichen Wundergeburt der sieben Planeten zugeschrieben, dem an Unsinn wenige Schriften, selbst der damaligen Zeit, zu vergleichen sind, und in welchem sich die regste Einbildungskraft in der Ausbildung einer eigenen Art von Mythologie Luft gemacht zu haben scheint. Weder hieraus noch aus der Beschreibung der Eigenschaften der sieben Planeten (in Versen), die sich in Sammlungen seiner Werke findet, läßt sich auf seine Kenntnisse über die Metalle schließen, eben so wenig als aus den Gedichten über einige andere Körper (Vitriol, Schwefel, Salmiak, Kochsalz, Salpeter, Weinstein, Antimon und Arsenik, welchen letztern er nicht zu den Metallen rechnet) darauf, wie weit er die Eigenschaften dieser Substanzen untersucht hatte.

Praktische Kenntnisse.

Ganz anders aber stellt sich unser Urtheil, wenn wir die unten angezeigten Bücher zu Rathe ziehen, in welchen er vorzugsweise seine Beobachtungen niedergelegt hat. Gerade über die Metalle zeigt er

Basilius Valentinus. Praktische Kenntnisse.

hier bedeutende Kenntnisse. Den metallischen Arsenik kennt er sehr genau, und weiß, daß er mit Schwefel eine rothe Verbindung eingeht; er zuerst erwähnt des Wismuths bestimmt, und des Zinks. Auch in Bezug auf andere schon länger bekannte Metalle theilt er neue Erfahrungen mit, welche namentlich reinere Darstellung bezwecken. Das Quecksilber stellte er reiner aus Sublimat durch Destillation mit Kalk dar; er zuerst bemerkte das Knallgold, welches er durch Auflösen von Gold in Königswasser (aus Salpetersäure und Salmiak bereitet) und Fällen mit Kali erhielt, und beschrieb seine explodirende Eigenschaft. Den Quecksilbersalpeter und den Bleizucker stellte er zuerst dar; den grünen Vitriol lehrte er durch Auflösen von Eisen in Schwefelsäure im Kleinen gewinnen, und aus dem gemeinen Grünspan, dessen Bereitungsart er auch beschreibt, durch Auflösen in Essig krystallisirten Grünspan darstellen.

Am vollständigsten und wichtigsten sind aber seine Erfahrungen über die Spießglanzpräparate. Das Spießglanzerz theilte er zuerst in zwei verschiedene Gattungen, denen er verschiedene chemische Zusammensetzung zuschrieb; aus dem Schwefelspießglanz wußte er auf mehrfache Weise das Antimon metallisch darzustellen, und das vitrum antimonii bereiten. Die Darstellung der Spießglanzblumen, des antimon. diaph. ablut., des Goldschwefels, der Spießglanzbutter auf verschiedene Art, und noch mehrerer anderer Antimonverbindungen, war ihm ebenfalls geläufig, und diese Präparate wußte er auf mehrfache Art in Tincturen und sonstige Arzneiformen zu bringen, von welchen er in vielen Krankheiten günstige Wirkung sah, deren Werth er aber offenbar zu hoch anschlug. Das Spießglanz wandte er auch an, um durch den Guß mit demselben Gold von anderen Metallen zu reinigen, und wie schon oben sein Bestreben angezeigt wurde, schwierigere Begriffe auf materiellere zu reduciren, so betrachtete er auch die Heilung der Krankheiten mittelst Spießglanzpräparaten, die Umwandlung der kranken Organe in gesunde, als etwas der Umwandlung des unreinen Goldes in reines mittelst des Gusses durch Spießglanz ganz Analoges.

Noch eine Entdeckung, die wir dem Basilius Valentinus verdanken, und welche für die Chemie von großer Wichtigkeit geworden ist, war die der Salzsäure. Er lehrte diesen Körper zuerst aus Vitriol und Kochsalz darstellen.

Den Weingeist kannte er gleichfalls besser als irgend einer seiner Vorgänger, und beobachtete genauer seine Wirkung auf verschiedene andere

Körper. Er bemerkte, daß die Alkalien erst, nachdem sie ätzend gemacht sind, zur Auflösung in Weingeist geschickt werden; daß Weingeist sich mit Salpetersäure stark erhitzt, und damit sowohl als mit Salzsäure versüßt (ätherificirt) werden kann. Basilius Valentinus. Praktische Kenntnisse.

Bei ihm zeigen sich weiter ausgebreitete Kenntnisse von Präcipitationen; Auflösungen in Alkalien schlug er durch Säure, Metallsolutionen durch Alkalien nieder; von Metallfällungen erwähnt er der Präcipitation des Kupfers durch Eisen und des Goldes durch Quecksilber.

Endlich finden wir bei ihm zuerst Spuren eines etwas ausgebildeten Verfahtens in der qualitativen Analyse. Zur Scheidung von Metalllegirungen wandte er Umgießen mit anderen Metallen, Calciniren, Einwirkung von Lösungen der Alkalien und von Säuren an. Er muß ziemlich weit in der Kenntniß einiger Körper vorgeschritten sein, denn er wußte in manchen Sorten harten Zinns Eisen, in dem spröden ungarischen Eisen Kupfer, in dem mansfeldischen Kupfer Silber und in dem ungarischen Silber Gold nachzuweisen. Er versichert, die Beimischung edler Metalle in einigen unedlen, wie die letzteren im Handel vorkommen, begründe die Täuschungen vieler falschen Alchemisten, welche daraus das edle Metall nur abscheiden und den Proceß dann für eine Transmutation ausgeben; und er giebt andere Sorten unedler Metalle an, welche nach seinen Untersuchungen kein Gold oder Silber beigemischt enthalten, und fordert die Alchemisten auf, ihre Kunst durch Veredlung dieser zu bewähren.

Es sind dies die hauptsächlichsten neuen Wahrnehmungen, die sich in den Werken des Basilius Valentinus finden; vieler anderen, welche nicht so wichtig sind oder sich in Schriften befinden, deren Aechtheit angefochten wird, werde ich noch in den folgenden Theilen zu gedenken haben. Man kann aus dem hier Mitgetheilten wohl schon schließen, daß er ein ausgezeichneter Beobachter gewesen ist, der eine nicht geringe Geschicklichkeit in der Ausübung chemischer Operationen besessen haben muß. Es zeigt sich diese Geschicklichkeit auch noch überall, wo er Processe speciell beschreibt und Vorsichtsmaßregeln angiebt. Bei der Destillation suchte er sich vor Verlust durch eine möglichste Abkühlung der Vorlage zu sichern; den Roßmist, dessen bei der Gährung entwickelte Wärme viele Alchemisten nach Raymund Lull's Vorgang benutzten, um Substanzen bei wenig erhöhter Temperatur digeriren zu lassen, verwarf er durchaus. Bedenkt man, mit wie viel Schwierigkeiten die Erhaltung des Weingeists damals,

Basilius Valentinus.

im Vergleich mit jetzt, verbunden war, so ist es ihm nicht zu verargen, wenn er der Unkosten wegen den Gebrauch der Spirituslampen, die also damals schon hin und wieder angewandt worden sein müssen, für unzulässig erklärte.

Schriften.

Dieselbe Unsicherheit, welche über des Basilius Valentinus Persönlichkeit herrscht, hat sich auch über viele seine Schriften verbreitet, obgleich über die hauptsächlichsten hinsichtlich ihres ungefähren Datums kein Zweifel ist. Man weiß nicht mit Sicherheit, ob die Originalien deutsch oder lateinisch geschrieben waren (ich gebe deßhalb die Titel in beiden Sprachen); die lateinischen Handschriften sind im Allgemeinen die älteren. Gedruckt wurden sie, einzeln und in Sammlungen, erst im 17. Jahrhundert. Am wichtigsten für die Chemie sind unter den als ihm zugehörig anerkannten Schriften:

Triumphwagen des Antimonii (Currus triumphalis antimonii).

Von dem großen Stein der uralten Weisen (de magno lapide antiquorum Sapientum.)

Wiederholung von dem großen Stein der ꝛc. (Repetitio de etc.)

Offenbarung der verborgenen Handgriffe (Apocalypsis chemica).

Letztes Testament (Testamentum ultimum).

Schlußreden (Conclusiones).

Basilius Valentinus ist der letzte bedeutende Chemiker dieses Zeitalters, und bildet den Uebergang zu dem folgenden. Er ist zugleich der letzte hier zu erwähnende Chemiker, dessen Richtung eine ausschließlich alchemistische ist, und die Betrachtung der weiteren Schicksale der Alchemie und ihrer Anhänger wird im Folgenden nur eine untergeordnete sein; ich verweise deßhalb hier schon, was das Ausführliche darüber angeht, auf die specielle Geschichte der Alchemie im zweiten Theil.

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

Von dem 4. bis zu dem 15. Jahrhundert sahen wir alle Chemiker Eine Aufgabe ausschließlich verfolgen; die den ersten unter ihnen zugekommene Richtung leitete auch alle folgenden. Keiner unter den Alchemisten getraute sich, die Ansichten seiner Vorgänger irgendwie zu bestreiten; blinde Anhänglichkeit an die Autorität der älteren Schriftsteller beherrschte alle Leistungen in der Chemie, wie sie überhaupt den wissenschaftlichen Zustand des Mittelalters charakterisirt.

So lange dieser geistige Zustand der allgemein herrschende war, konnte die Chemie kein anderes Ziel erfassen, als das der Goldmacherkunst. Mit der Aenderung des Zeitgeistes, mit der Kräftigung desselben zur Aufstellung neuer Ansichten neben oder an die Stelle der früheren, tritt aber auch für die Chemie ein neues Zeitalter an. Uebergang zum folgenden Zeitalter.

Eine solche Aenderung des Zeitgeistes bereitete sich allmälig in den letzten Jahrhunderten des eben besprochenen Zeitalters vor; im Laufe des 15. Jahrhunderts namentlich hatten die Hülfsmittel, welche auf die Wissenschaften überhaupt fördernd einwirken konnten, bedeutend zugenommen. Uebte gleich noch aus den vorhergehenden Zeiten her kirchlicher Zwang seinen lähmenden Einfluß auf die geistige Thätigkeit der Meisten, war gleich noch Autorität der Früheren in allen Wissenschaften das Leitende, wobei sich die Meisten beruhigten, und in Auslegung früherer Schriften ihre hauptsächlichste Beschäftigung fanden, während nur Wenige vorwärts blickten und den älteren Ansichten die Früchte der seitherigen Fortschritte als gleichbeachtungswerth anzureihen wagten — so hatten doch eine Menge Ereignisse stattgefunden, welche einen Anstoß zu kräftigerer geistiger Entwicklung geben mußten. Die Anzahl der Universitäten, und ihre Bedeutsamkeit, hatte in hohem Grade zugenommen. Den schon (Seite 60) im 13. Jahrhundert in Spanien, Italien und Frankreich gestifteten Hochschulen kamen im 14. Jahrhundert neue zu; in diesem letztern wurden auch in England (zuerst zu Oxford 1300), Deutschland (zuerst zu Heidelberg 1346) und Polen (Krakau 1344) solche Institute begründet, welche im Laufe des 15. Jahrhunderts sich bedeutend vermehrten, und deren Einrichtung auch in den Niederlanden (Löwen 1426), der Schweiz (Basel 1460), Ungarn (Ofen 1465), Schweden (Upsala 1476) und Dänemark (Kopenhagen 1478) Eingang fand. Nach dem zunehmenden Zeitbedürfniß erweitert, boten die Universitäten den seither in den Klöstern eingeschlossenen Wissenschaften neue Wohnstätten; sie wurden zu Vereinigungspunkten unabhängigerer Gelehrten, wo mehr Austausch wissenschaftlicher Ansichten gepflegt wurde; wo durch zugänglichere Bibliotheken das Studium und die Prüfung der Früheren erleichtert wurde; unter welchen endlich Verbindungen statthatten, so daß alle neue Erörterungen sich schneller verbreiteten. Auch für die Chemie sehen wir bald die Folgen erweiterter Geistesthätigkeit eintreten. Für sie besonders, wie für die meisten Naturwissenschaften, hatte die Auffindung des Seewegs nach Ostindien (1498) und die Entdeckung von Amerika (1492) Wichtigkeit;

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

die Europäer wurden mit einer Menge neuer Gegenstände bekannt, der Handel nahm einen neuen Aufschwung, und in seinem Gefolge trat ebenfalls ein vermehrter Austausch der Kenntnisse unter den verschiedenen Völkern ein; der Kreis des Wissens wurde überhaupt für jedes Volk erweitert, die Ideen vervielfältigt, und zu neuen Untersuchungen Stoff geboten. Aehnliche Folgen hatte die Zerstörung des byzantinischen Reichs mit der Eroberung von Constantinopel durch die Türken (1453). Viele gelehrte Einwohner dieser Kaiserstadt und des ganzen Landes wanderten aus, und suchten in dem ruhigeren Abendlande eine sichere Freistätte; sie brachten neue Ansichten, schlossen sich vorzüglich an die gelehrten Anstalten an, und verbreiteten so Anlaß zur Besprechung und Belehrung; durch sie erst wurden die Quellen, woraus die Römer und Araber, die seither fast ausschließlichen Autoritäten des westlichen Europa's, ihre Kenntnisse vieler Wissenschaften geschöpft hatten, allgemeiner bekannt, und so zu kritischer Vergleichung Stoff gegeben. — Die Publicität, welche durch den wissenschaftlichen Austausch der Universitäten vorbereitet war, wurde durch die Erfindung der Buchdruckerkunst (1436) noch in einem weit höhern Grade ausgedehnt. Durch diese Erfindung erst wurden die Resultate der früheren Leistungen allgemeiner verbreitet und den Meisten zugänglich gemacht; die Kenntnisse jedes Einzelnen wurden so vermehrt und ihrerseits wieder allen Anderen mitgetheilt. Sie erst gestattete Jedem, sich mit dem Zustande einer Wissenschaft genau vertraut zu machen; sie erst verhinderte, daß Einzelne sich mit der Entdeckung oder Erörterung von schon lang Erkanntem abmühten, und vermehrte so die auf Erweiterung der Wissenschaften gerichteten Kräfte. Nicht mehr blieben neue Ansichten nur in einem kleinen Zirkel der Umgebung des Urhebers verborgen; freier erhob sich selbst die der herrschenden Meinung zuwiderlaufende Denkungsart und drängte sich gewissermaßen Jedem zur Prüfung auf, indeß vordem solche Aeußerungen unbeachtet zu lassen oder gänzlich zu unterdrücken, den Mächtigeren meist leichtes Spiel gewesen war. — So wie durch alle diese Entdeckungen theils äußere Hemmnisse der Wissenschaft hinweggeräumt waren, theils zu neuen Forschungen Anlaß geboten wurde, trat immer bestimmter bei Einzelnen die Tendenz der Selbstprüfung in allen Wissenschaften hervor, sank immer mehr das bisherige allgemeine Vertrauen auf hergebrachte Autorität. Diese Geistesrichtung, welche sich in allen Fächern der Cultur des menschlichen Geistes am Ende des 15. und zu Anfang des 16. Jahrhunderts kund thut, und in Luther's Reformation am edelsten und

hervorragendsten auftritt, zeigt sich auch in den medicinischen und im Zusammenhang damit in den chemischen Wissenschaften. Die Reformation vollendete für alle Zweige geistiger Erkenntniß den Anstoß, in den Wissenschaften nicht mehr bei dem Alten stehen zu bleiben, sondern voranzuschreiten, auf hergebrachte Autorität nicht mehr blind zu vertrauen, sondern auf eigene Erkenntniß gestützt zu prüfen, und verjährte Mängel aufzudecken und zu verbessern. — Auch die Medicin und die Chemie, eines so kärglichen geistigen Inhalts die letztere auch damals noch theilhaftig war, empfanden diesen Anstoß und gaben ihm gemeinschaftlich Folge; auch in ihnen mußten sich nothwendig Geister finden, welche, der allgemeinen Richtung folgend, neue Grundsätze an die Stelle der alten zu setzen sich veranlaßt fanden, und so sehen wir auch für die Chemie eine Zeit anbrechen, deren Charakter so sehr von dem bisher herrschenden abweicht, daß die Datirung eines neuen Zeitalters nothwendig erscheint.

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

III. Zeitalter.

Zeitalter der medicinischen Chemie.

Dauer.

Das Zeitalter, dessen Betrachtung uns nun beschäftigen wird, nennen wir das der medicinischen Chemie; seine Dauer erstreckt sich von dem ersten Viertel des 16. bis zu der Mitte des 17. Jahrhunderts; von der gemeinsamen Auffassung der Chemie und Medicin durch Paracelsus bis zu der selbstständigen Behandlung der erstern Wissenschaft durch Boyle.

Charakteristik.

Heilkunde als Zweck der Chemie.

Die Eigenthümlichkeit, welche dieses Zeitalter auszeichnet, und sowohl von dem vorhergehenden als auch dem folgenden unterscheidet, ist wieder die Tendenz. Als Tendenz derjenigen Männer, welchen in diesem Zeitalter die Chemie besonders ihre Ausbildung verdankt, erscheint nehmlich jetzt nicht mehr die Verwandlung unedler Metalle in edle (wenn gleich dieses Streben auch von ihnen noch nicht gänzlich aufgegeben wird), sondern Verschmelzung der Chemie mit der Medicin, Zurückführung der medicinischen Erscheinungen auf chemische Grundsätze, so daß von Vielen die ganze Heilkunde fast nur als ein Theil der angewandten Chemie (als Jatrochemie) betrachtet wird. Indem sich aber jetzt die Medicin der Chemie als eines für das nothwendigste gehaltenen Hülfsmittels bemächtigt, kann die Chemie noch nicht zur Selbstständigkeit gelangen; sie wird jetzt fast nur in Verbindung mit der Medicin betrieben, fast alle chemischen Leistungen gehören Medicinern an, und haben medicinische Anwendung zum nächsten Zweck.

Eine solche Veränderung in der Tendenz der Chemie ging zunächst nicht von den Chemikern aus, obgleich diese, namentlich in der letzten Hälfte des 15. Jahrhunderts, dazu vorgearbeitet hatten, indem sie Anwendungen von der Chemie machten, welche diese Wissenschaft in näheren Zusammenhang mit der Medicin brachten. Der Anstoß ging von einem Mann aus, der eigentlich mehr dem ärztlichen Stande als den Chemikern beizuzählen ist, der aber, in der Chemie wie in der Medicin Kenntnisse besitzend, die letztere

Wissenschaft vorzugsweise auf die erstere zu gründen sich bestrebt; und zahlreiche Nachfolger aus dem ärztlichen Stande treten dann auf, welche die damals cultivirten Zweige der Medicin fast der Chemie unterordnen zu können gedachten. Insofern ein solches Streben im Laufe dieses ganzen Zeitraums vorwaltet, und mit den meisten Erweiterungen der chemischen Kenntnisse während desselben zusammenhängt, entlehnen wir von dieser Tendenz des Zeitalters auch die Benennung desselben. Heilkunde als Zweck der Chemie.

Vorbereitung zu dieser Tendenz können wir schon in dem vorhergehenden Zeitalter wahrnehmen. Sie besteht in der Anwendung chemischer Präparate zu medicinischen Zwecken. Schon bei den Arabern waren zu den einfacheren Heilmitteln der Alten, welche meist aus natürlich vorkommenden Substanzen oder Säften ohne weitere kunstmäßige Zubereitung bestanden, mehrere andere getreten, deren Darstellung einige Kenntniß in den chemischen Operationen voraussetzte. Bei den Abendländern sehen wir im 13. Jahrhundert noch mehr solcher künstlich bereiteten Produkte in der Medicin angewandt; die Destillation, welche um diese Zeit bekannter wurde, lieferte z. B. viele der Art, und die Darstellung auch solcher Präparate führte sich allmählig in die Apotheken der damaligen Zeit ein, so unvollkommen auch diese Anstalten damals noch waren. (Vergl. die Geschichte der pharmaceutischen Chemie im II. Theil. Vorbereitung dieser Tendenz.

Aber diese Vorbereitung ist fast bis zum Schlusse des vorigen Zeitalters eine nur sehr entfernte, denn nie spricht sich in ihr die Ansicht aus, welche dem neuen Zeitalter seine Eigenthümlichkeit giebt; daß nehmlich viele Erscheinungen im gesunden wie auch im krankhaften Zustande des menschlichen Körpers auf chemischen Processen beruhen, daß Krankheit ein, durch regelwidrige Mischung z. B. eingeleiteter, abnormer chemischer Proceß sei, dem durch chemische Mittel entgegengewirkt werden müsse. Wie ich schon oben in der Einleitung zu dem vorigen Zeitalter (Seite 47) bemerkt habe, sind die meisten Aussprüche aus jener Zeit, welche an eine solche Verschmelzung der Chemie mit der Medicin erinnern, nur bildlich gebraucht worden; z. B. Lull's Aeußerung, daß die Ausbildung einzelner Organe des thierischen Leibes mit der Entstehung des Steins der Weisen Aehnlichkeit habe. Ein innigeres Zusammenwirken der Chemie und Medicin konnte auch nicht statthaben, so lange Galen's Grundsätze unter den Aerzten die allein leitenden waren, so lange von chemischen Erfahrungen nur so viel in die Heilkunde übergegangen war, als sich, wie es von Avicenna geschehen

Heilkunde als Zweck der Chemie.

war, scheinbar mit diesen Grundsätzen vereinigen ließ; so lange überhaupt die chemischen Eigenschaften der Präparate bei den Aerzten gar keine Berücksichtigung fanden, sondern alle Wirkung als Folge des Einwohnens einer oder mehrerer der vier Aristotelischen Elementareigenschaften angesehen wurde. Bei den Aerzten des 15. Jahrhunderts zeigt sich deßhalb noch keine Annäherung zu einem gemischten System der medicinischen und der chemischen Erfahrungen; nur bei Einem Chemiker dieser Zeit, bei Basilius Valentinus, tritt der Uebergang zu einer neuen Richtung entschiedner hervor, einmal dadurch, daß er mit großer Sicherheit eine Menge neuer chemischer Präparate als Heilmittel anwendet, sodann, indem er die Befreiung des Körpers von Krankheit und die Befreiung edler Metalle von den beigemischten fremdartigen Stoffen für analoge Erscheinungen, beide als auf chemischem Proceß beruhend, ansieht.

Ausbildung dieser Tendenz.

Dieser am Schluß des vorhergehenden Zeitalters ausgesprochenen Andeutung, daß Heilung in der zweckmäßigen Anwendung chemisch einwirkender Mittel bestehe, bemächtigt sich nun im Anfange dieses Zeitalters ein Arzt, Paracelsus, und bildet sie weiter aus, mit Verwerfung aller römischen und arabischen Autoritäten, welchen bis dahin die Mediciner ungetheilt anhingen. Er stellt die Ansicht auf, und viele Aerzte folgen ihm, daß der Lebensproceß hauptsächlich als ein chemischer zu betrachten sei, daß die Bestandtheile des Organismus aus Elementen im chemischen Sinne bestehen, wo das eine oder das andere mehr vorwalten kann, und wo dies Vorwalten mit eigenthümlichen chemischen Erscheinungen verknüpft ist, welche sich im Gesundheitszustande kund geben. In der Aufstellung dieser, auch von ihm noch nicht vollkommen durchgeführten sondern oft nur angedeuteten, Ansicht liegt wenigstens der hauptsächlichste Einfluß, welchen Paracelsus, der Begründer dieses Zeitalters, auf die medicinische Chemie ausgeübt hat. Bei ihm erscheint noch viel Willkürlichkeit hinsichtlich der Annahme der Elemente und der ihnen beigelegten Eigenschaften. Unter seinen Nachfolgern werden die Begriffe schärfer bestimmt; bei van Helmont und besonders bei de le Boë Sylvius, dem bedeutendsten unter den Iatrochemikern, wird geradezu entwickelt, daß in der chemischen Wirksamkeit (namentlich der alkalischen oder sauren Natur) gewisser Bestandtheile des Organismus die Ursachen der Functionen derselben liegen, daß der durch Ueberfluß oder Mangel eines dieser Bestandtheile abgeänderte chemische Proceß die Krankheiten erzeuge, und daß das Aufheben dieses Ueberflusses oder

Mangels sie heile. So sehen wir also zuletzt die drei Hauptzweige der damaligen Medicin auf die Chemie zurückgeführt. Die physiologischen Erscheinungen, der Lebensproceß im gesunden Zustande, werden als chemischer Vorgang betrachtet, wobei die wirksamen Bestandtheile in dem richtigen Verhältniß auf einander einwirken; die pathologischen Erscheinungen, die Krankheiten, beruhen auf einer Störung dieses normalen chemischen Processes, indem Ein Bestandtheil unnatürlich vorwaltet; die Therapie endlich hat zur Aufgabe, diesen vorwaltenden Bestandtheil durch entgegengesetzte chemische Mittel zu neutralisiren, und so ein richtiges Verhältniß der Bestandtheile wieder herzustellen. Heilkunde als Zweck der Chemie.

In Beziehung auf die Begründung und Entwicklung dieser Ansichten wurden nun chemische Forschungen angestellt, welche, obgleich mehr oder minder sich zunächst an medicinische anlehnend, doch auch die reine Chemie beträchtliche Fortschritte machen ließen. Der chemische Proceß selbst wurde genauer untersucht, um die darüber zu gewinnenden Kenntnisse als Grundlage für die Erklärung medicinischer Erscheinungen benutzen zu können; chemische Präparate wurden neu dargestellt, um als Arzneimitel verwandt zu werden, oder sie wurden gelegentlich entdeckt bei dem Aufsuchen solcher Heilmittel; es wurde der erste Grund zur Untersuchung von thierischen Substanzen gelegt, um darin die chemisch wirksamen Bestandtheile nachzuweisen. So wurde die eigentliche Chemie mit einer Menge neuer Thatsachen bereichert, und ihr Gebiet immer mehr erweitert. Folgen dieser Tendenz.

Was aber noch wichtiger für die Chemie wurde, war, daß sie in die Hände wissenschaftlich gebildeter Männer überging; daß sie nicht mehr nur dem Zwecke des Goldmachens diente, sondern zunächst eine ehrenvolle Stelle als Hülfswissenschaft der Medicin einnehmend, sich hier schnell so weit entwickeln konnte, um später als selbstständige Wissenschaft auftreten zu dürfen. Geschah dies letztere gleich erst in der folgenden Periode, so ist doch den Iatrochemikern dieses Zeitalters das Verdienst nicht abzusprechen, daß sie kräftig dazu beigetragen haben; freilich mit einem andern Erfolg für ihr System, als welchen sie von ihren Bemühungen gehofft haben mögen. Von den medicinischen Chemikern verfolgten auch mehrere die chemischen Forschungen weiter, als es für ihre nächsten Zwecke unumgänglich nöthig schien. Sie fanden an der eigentlichen Chemie selbst Interesse, und bearbeiteten sie, im Anfange immer auf medicinische Anwendung sich stützend, mit solchem Erfolge, daß die chemischen Kenntnisse sich bald zu

Heilkunde als Zweck der Chemie.

einem Ganzen anhäuften, das zu schwer für das Fundament wurde, auf welches hin seine Ausbildung unternommen worden war. Bald war, größtentheils durch die Jatrochemiker, die Erkenntniß in der reinen Chemie so weit gefördert, daß diese Wissenschaft über die Irrigkeit der iatrochemischen Theorie abzuurtheilen vermochte. Wie jede Theorie, welche wesentlich zur Entwicklung einer Wissenschaft beiträgt, hatte auch die medicinisch-chemische ihren Sturz hauptsächlich den Fortschritten der Kenntnisse zuzuschreiben, welche sie selbst veranlaßt hatte; in der Art, daß sie in sich selbst die Keime trug und pflegte, welche später zu einer neuen Gestaltung der Wissenschaft sich entwickelten.

Frage nach den Elementen.

In dem vorigen Zeitalter war die Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle, über die chemischen Elemente, woraus diese Körper bestehen, für die Charakteristik von Wichtigkeit; einmal als die früheste chemische Theorie, dann auch, weil auf dieser Ansicht die Tendenz des vorigen Zeitalters beruht. Weniger Werth hat die Ansicht, was als Element zu betrachten sei, für die Charakteristik des jetzt in Rede stehenden Zeitalters. Die Meinung, welche Basilius Valentinus schon am Ende des vorigen Zeitalters ausgesprochen hatte, daß Schwefel, Mercur und Salz die Elemente der Metalle sowohl als auch anderer Körper seien, finden wir in dem Anfange dieses Zeitalters noch bestimmter entwickelt. Paracelsus hauptsächlich betrachtet diese Stoffe als die Elemente aller, sowohl organischer als unorganischer, Substanzen; die Begriffe Schwefel und Quecksilber scheinen ihm noch dasselbe zu bedeuten, was die Alchemisten darunter verstanden (Seite 45); der Begriff Salz wird dem des Quecksilbers entgegengestellt, sofern unter dem erstern das feste unverbrennliche, unter dem zweiten das unverändert flüchtige verstanden wird. (Vergl. unten bei Paracelsus und den Abschnitt Elemente im II. Theil.) Diese Ansicht indeß konnte sich nicht mehr halten, sobald die Chemie soweit vorgeschritten war, um unter Elementen nicht mehr allgemeine Bezeichnungen für die Ursachen von gewissen Eigenschaften, sondern darstellbare Körper zu verstehen, welche für sich nicht zerlegbar sind, und welche in die Zusammensetzung anderer Körper nachweisbar eingehen. In dem Zeitpunkt, wo diese letztere Betrachtung bei den Chemikern Eingang zu finden anfängt, in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts, war indeß die Chemie noch lange nicht weit genug ausgebildet, um allen Anforderungen in dieser Beziehung genügen zu können.

Frage nach den Elementen.

Die medicinische Richtung, welche der Chemie dieser Zeit angehört, erfindet einen Ausweg. Für den Jatrochemiker wird die Frage nach den Elementen von geringerem Interesse, als die nach den wirksamen Bestandtheilen, von deren Mischung der Gesundheitszustand der einzelnen Organe abhängt. Im Anfang dieses Zeitalters werden als solche wirksame Bestandtheile die supponirten drei Elemente — Salz, Schwefel und Quecksilber — angesehen; nachdem die Unhaltbarkeit dieser Ansicht erkannt ist, werden die hauptsächlichsten chemischen Agentien, Säuren und Laugensalze, als wirksame Bestandtheile angenommen, ohne daß sich die Frage weiter auf ihre Elementarzusammensetzung erstreckt. Sowie nun die Bemühungen der Jatrochemiker vorzugsweise darauf gerichtet sind, die Art der Wirksamkeit dieser Bestandtheile darzuthun, und zu untersuchen, welche Erscheinungen aus dem Vorwalten eines oder des andern hervorgehen, verlieren die individuellen Ansichten über die Elemente an Wichtigkeit für die Schilderung des Geistes des Zeitalters im Allgemeinen; einzelne Chemiker haben sich zwar über Hierhergehöriges geäußert, ihre Meinungen werden indeß nicht allgemein anerkannt, und finden deßhalb besser bei der Betrachtung der einzelnen Chemiker oder in der speciellen Geschichte der Lehre von den Elementen ihren Platz.

Verhältniß der Chemie zur Alchemie.

Wenn oben angegeben wurde, daß die Tendenz dieses Zeitalters nicht mehr die des vorigen ist, so folgt hieraus nicht, daß die letztere, unedle Metalle in edle zu verwandeln, schon in diesem Zeitalter ganz aufgegeben wird. Aber es ist dies jetzt nicht mehr das Hauptziel für die Arbeiten der bedeutenderen Chemiker; obgleich diese durchgängig an die Möglichkeit der Metallverwandlung glauben, haben doch nur sehr wenige sich mit der Aufsuchung der Mittel, sie zu bewerkstelligen, beschäftigt. Von der Existenz des Steins der Weisen sind fast noch alle hier nennenswerthen Chemiker dieses Zeitalters überzeugt, aber nur im Anfange desselben finden sich einige, welche das Geheimniß der Darstellung desselben zu wissen vorgeben. Das neue Zeitalter hat noch mehr Alchemisten aufzuweisen als das vorhergehende; es sind dies indeß meist Ignoranten, welche der Goldmacherkunst nachhängen, ohne mit dem Studium der Alchemie das der eigentlichen Chemie zu verbinden. Diese suchen nichts zu entdecken, als was mit dem Proceß der Metallverwandlung im Zusammenhange steht; sie fördern mit ihren alchemistischen Untersuchungen die Summe der chemischen Kenntnisse nur um Weniges, und unterscheiden sich dadurch sehr von den Alchemisten des vorigen Zeitalters.

Verhältniß der Chemie zur Alchemie.

In dieser Periode trennt sich die Betreibung der Alchemie von dem Studium der Chemie; hier haben wir vorzugsweise zu betrachten, wie sich das letztere entwickelt, und was die Schicksale der eigentlichen Alchemie im 16. und 17. Jahrhundert angeht, so werde ich diese auf die zusammenhängende Darstellung derselben im II. Theile verschieben, und hier nur so viel davon erwähnen, als zur Charakterisirung der einzelnen bedeutenden Chemiker dieses Zeitraums nöthig ist.

Aufzählung der Chemiker.

Die Chemiker dieses Zeitalters, welche wir im Folgenden besonders zu betrachten haben, zeigen nicht mehr untereinander eine solche Uebereinstimmung in allen Ansichten, wie wir dies in dem vorhergehenden Zeitalter bemerken konnten, wo noch die allgemeine Anerkennung hergebrachter Autoritäten die Aufstellung jeder als Neuerung erscheinenden Meinung hinderte. Es beginnt vielmehr jetzt schon mehr Selbstständigkeit in jeden einzelnen Gelehrten zu kommen, und wenn auch die meisten hier zu besprechenden von Einer ähnlichen Grundansicht ausgehen, so ist doch die Ausbildung derselben in den verschiedenen Chemikern sehr verschieden. — Paracelsus eröffnet dies Zeitalter, zuerst die Medicin mit der Chemie zusammenwerfend; gleichzeitig verdient Agricola als Beförderer der Scheidekunst Erwähnung, wenn er auch mit der leitenden Idee dieses Zeitalters, der Anwendung der Chemie auf die Heilkunst, nichts gemein hat. Nach Paracelsus entsteht ein heftiger Streit hinsichtlich des Einflusses, welcher der Chemie auf die Medicin einzuräumen sei; wichtiger als die Gegner der Chemie, unter welchen wir hier nur Erastus nennen, sind für diese Geschichte die Vertheidiger der Paracelsischen Ansichten; als die bedeutenderen unter den blind vertrauenden Anhängern der chemisch-medicinischen Schule verdienen besonders Thurneysser, Quercetanus, Turquet de Mayerne, Croll und Mynsicht Erwähnung. Selbstständiger beurtheilten das Verhältniß der Chemie zur Medicin Libavius und Angelus Sala, welche zugleich die Chemie weiter fördern, als alle ebengenannten. Gleich bedeutend als Arzt und Chemiker folgt nun van Helmont, die Scheidekunst mit vielen Entdeckungen bereichernd, aber auch wieder durch Anwendung seiner chemischen Kenntnisse auf die Erklärung medicinischer Erscheinungen der Chemie ein zu großes Uebergewicht in der Medicin vorbereitend. Als dieser Einseitigkeit besonders entgegenwirkend, kann Sennert genannt werden; weniger als Arzt, aber mit dem größten Rechte als einer der vorzüglichsten Chemiker

dieses Zeitalters nimmt Glauber unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Noch immer indeß wird nicht allgemein anerkannt, in welchem Verhältniß eigentlich die Chemie zur Heilkunde stehen muß; wenn schon Bartholin und Conring für die Verbreitung einer richtigeren Ansicht thätig sind, wird doch endlich unter de le Boë Sylvius die Chemie ganz mit der Medicin verschmolzen. Aber nur kurz ist dieser letzte und bedeutendste Aufschwung der leitenden Idee, welche dieses Zeitalter charakterisirt; der Vertheidigung der nun folgenden Jatrochemiker, von welchen wir aus dieser Periode noch Tachenius und Willis als die wichtigsten zu nennen haben, ungeachtet, trennen sich Medicin und Chemie, und die letztere wird zu einer selbstständigen Wissenschaft. Aufzählung der Chemiker.

Insofern die Chemie während dieses Zeitalters hauptsächlich aus dem medicinischen Gesichtspunkte getrieben wird, ist es natürlich, daß alle hierhergehörigen Chemiker dem ärztlichen Stande angehören. Es gilt dies selbst für Diejenigen, welche sich von der leitenden Tendenz dieses Zeitalters frei zu halten wußten, wie z. B. für Agricola. Doch beginnt schon in diesem Zeitalter der Einfluß der Chemie sich etwas weiter zu erstrecken, als nur auf die Anwendung derselben in der Medicin; für die Technologie im Allgemeinen, namentlich für die Metallurgie, beginnt die Scheidekunst von größerer Wichtigkeit zu werden. Allgemeine Bemerkungen.

Die Quellen von Unsicherheit für den Berichterstatter, welche wir noch in dem vorigen Zeitalter (vergl. Seite 50.) zu beklagen Ursache hatten, hindern in dem jetzt zu besprechenden bei weitem weniger, sich einen klaren Begriff über den Zustand der chemischen Kenntnisse zu bilden. Ueber die persönlichen Verhältnisse der einzelnen Chemiker haben wir jetzt stets genügende Auskunft; über die Aechtheit oder Unächtheit von Schriften erheben sich nur ganz im Anfange des neuen Zeitalters manchmal Zweifel, die indeß nie an einer deutlichen Einsicht in den Totalzustand der Wissenschaft hindern; die Sprachen, in welchen alle zu berücksichtigenden Werke geschrieben sind, gehören zu den allgemeiner bekannten; die Zeit der Abfassung oder Ausgabe jeder Schrift läßt sich jetzt genauer angeben, wie denn zuerst in diesem Zeitalter von genauem Datum der Werke die Rede sein kann; die Entdeckungen, welche in jeder Schrift enthalten sind, können wir als Fortschritte der Erkenntniß für alle Chemiker derselben Zeit, nicht bloß für den Verfasser, ansehen, sofern die Publication durch den Druck nun jede Entdeckung

Allgemeine Bemerkungen.

schnell weithin verbreitet. Die Sprache der Schriften ist zudem ohne Vergleich klarer und verständlicher, als dies in dem vorhergehenden Zeitalter der Fall war; wenn auch in dem Anfange der neuen Periode einzelne Schriftsteller noch durch Dunkelheit des Ausdrucks an einen vorübergegangenen Zeitraum erinnern, und in dem Fortlauf desselben hin und wieder Geheimnißkrämerei vorkommt, so läßt sich doch jetzt immer deutlich unterscheiden, was jeder Chemiker wirklich wußte, was er der Oeffentlichkeit übergeben wissen wollte und was nicht. Erleichtert endlich wird der Ueberblick über die Kenntnisse dieses neuen Zeitalters noch dadurch, daß schon innerhalb desselben einzelne Chemiker die gesammten Kenntnisse zusammenzustellen und in ein Ganzes zu ordnen versuchen.

Unterstützt durch diese, die Geschichtserzählung begünstigenden, Umstände, wollen wir nun zu der Betrachtung der einzelnen ausgezeichneteren Repräsentanten dieses Zeitalters übergehen.

Wir haben an dem Schlusse des vorhergehenden Zeitalters hervorgehoben, welche Umstände dazu beitrugen, in alle Felder des menschlichen Wissens den Keim der Denkfreiheit zu verbreiten. Hier haben wir zu berichten, in welcher Art sich Selbstprüfung ohne Anerkennung der früheren Autoritäten in den mit der Chemie verwandten Wissenschaften kund that, und zuerst ist Paracelsus zu besprechen, welcher mit seinen Neuerungen in der Medicin zugleich ein neues Zeitalter für die Chemie begründete.

Paracelsus. Leben.

Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus Bombastus von Hohenheim, wie er sich mit seinem vollständigen Namen nennt, war 1493 zu Einsiedeln in der Schweiz geboren. Sein Vater, Wilhelm Bombast, der natürliche Sohn von Georg Bombast von Hohenheim, einem Großmeister des Johanniterordens, war Arzt zu Einsiedeln, und unterrichtete seinen Sohn schon früh in der Heilkunde, Astrologie und Alchemie. Paracelsus selbst begann bald ein umherschweifendes Leben zu führen, kam als fahrender Scholast in nähere oder entferntere Berührung mit vielen damals berühmten Gelehrten, welche er später, wenn er mit seiner Wissenschaft glänzen wollte, als seine Lehrer aufzuführen nicht erman=

gelte; sonst beschäftigte er sich auf diesen Reisen hauptsächlich damit, den Leuten die Nativität zu stellen, aus den Sternen wahrzusagen, und auf Verlangen Geister zu citiren. Seiner Aussage nach hatte er auf deutschen, französischen und italienischen Universitäten studirt, war in Schweden gewesen, hatte die Morgenländer, auch die Tartarei und Aegypten, besucht, und Croatien, Ungarn, Siebenbürgen, Polen, Preußen, Belgien, Spanien und Portugal bereis't; und von allen diesen Reisen kam er in einem Alter von kaum dreißig Jahren nach Deutschland zurück. Paracelsus. Leben.

Bei diesem Leben konnte nicht von Erlangung ächt wissenschaftlicher Bildung die Rede gewesen sein; er hielt auch nicht viel auf sie, noch auf die Universitäten, wo sie gelehrt wurde, und versichert selbst, während seiner Reisen in zehn Jahren kein Buch angesehen zu haben. Deßungeachtet hatte er keine geringe Meinung von seinem Wissen, und die Universitäten verdankten seiner Meinung nach mehr ihm an Ehre durch seinen Besuch, als er ihnen an Bildung. »Auch ich,« sagt der bescheidne Mann, »bin in den Gärten gezogen, da man die Bäume verstümmelt, und war der hohen Schule eine nicht geringe Zierde.« Was er auch immer, wenn er sich je auf einer hohen Schule aufhielt, da getrieben haben mag — seine Feinde fanden in seinem ganzen Auftreten, in seiner Schreibart u. s. w. Grund genug, seine wissenschaftliche Ausbildung in starken Zweifel zu ziehen, und ihm sogar vorzuwerfen, er maße sich den Doctorstitel unverdienter Weise an, ob er gleich versichert, er habe denselben rite, doch ohne zu sagen, wo, erlangt.

Auf der andern Seite ist ihm nicht abzustreiten, daß er auf seinen Reisen, was praktische Erfahrung angeht, viel gelernt und viel behalten hat, und das so Erlangte gut und mit dem gehörigen Glanze wiederzugeben wußte. Was für die Chemie besondere Wichtigkeit erlangte, war, daß er sich lange in solchen Ländern umhergetrieben hatte, wo Bergbau stark betrieben wurde, daß er viel mit Alchemisten zusammengewesen und auf seinen Reisen mit vielen Arzneimitteln bekannt geworden war. So hatte er einestheils eine große Erfahrung in chemischen Operationen sich zu eigen gemacht, anderntheils einen Schatz praktischer Arzneiwissenschaft gesammelt, den er durch seine chemischen Kenntnisse noch vergrößerte. Und neue Arzneien mit Keckheit anzuwenden, und sich über ihre Wirkung zu belehren, nahm er keinen Anstand. Nicht wundern kann es also, daß er wirklich im Besitz starkwirkender, oft heilsamer Medicinen war, und glänzende Heilungen auf-

Paracelsus. Leben.

weisen konnte, wobei er klüglich die unglücklichen Fälle zu verbergen wußte. Von seinen Reisen zurückgekommen, hatte er sich auch bald durch glückliche Curen von Krankheiten, welche die meisten anderen Aerzte damals für unheilbar hielten, einen solchen Ruf verschafft, daß der Rath zu Basel 1526 kein Bedenken trug, ihm die Stelle eines Professors der Naturgeschichte und Medicin an der dortigen Hochschule zu übertragen.

Paracelsus' Ruhm war bei weitem mehr verbreitet unter den Gebildeteren der damaligen Zeit im Allgemeinen, als unter den schulgerechten Gelehrten. Von diesen überhaupt sich abwendend, lehrte er auch nicht in lateinischer Sprache, wie damals noch durchaus Sitte war, sondern in deutscher; und indem er so die Wissenschaft und seine Art, sie zu behandeln, auch für die Laien zugänglich machte, wußte er auf diese noch besonders durch die mehr als populäre Art des Vortrags großen Eindruck auszuüben. Im Verfolg seiner Vorlesungen blieb er der Charlatanerie treu, mit welcher er gleich bei dem Anfange derselben aufgetreten war, wo er die Werke der bis dahin unbestrittenen Orakel, des Galen und des Avicenna, vor den Augen seiner Zuhörer verbrannt hatte, sie versichernd, in seinen Schuhriemen stecke mehr Gelehrsamkeit als in diesen Schriften. Durch die Herabsetzung aller bis dahin anerkannten Autoritäten, durch die Versicherung, daß die Wissenschaft noch klar genug werden sollte, um selbst dem ungebildetesten Mann begreiflich zu sein, durch seinen Lebenswandel, welcher, allerdings von dem eines Gelehrten weit entfernt, ihn mit der Hefe des Volks bei Gelagen zusammenbrachte, erwarb er sich bei dem nicht gelehrten Stande und insbesondere bei dem gemeinen Volke ein großes Ansehen. Nicht einmal seine übermäßige Trunksucht, die ihn selten anders als berauscht das Katheder besteigen oder seine Kranken besuchen ließ, konnte dies Ansehen schwächen, und er blieb ungestört in seiner Stellung zu Basel, bis ein offenes Zerwürfniß mit dem Rathe dieser Stadt ihn, schon 1527, zum Abzuge nöthigte. Nach der schnell vollbrachten Heilung eines reichen Domherrn von diesem um das bedungene Honorar geprellt, und von dem Rathe der Stadt, bei welchem er klagte, auf die Taxe verwiesen, erlaubte sich nun Paracelsus gegen die Behörde solche Schmähungen, daß seine Freunde, um seine Sicherheit besorgt, ihn aus der Stadt zu fliehen veranlaßten. Nach seiner Entfernung von Basel gab sich Paracelsus dem wüstesten Umherschweifen hin; zunächst trieb er sich im Elsaß umher, 1528 schlug er seinen Wohnsitz in Colmar auf, verließ jedoch diesen Ort schon nach wenigen Jahren, und ging zurück

in die Schweiz, wo er 1531 in St. Gallen, 1535 im Bade Pfäffers lebte. Aus der Schweiz wandte er sich nach Baiern, wo er sich 1536 einige Zeit in Augsburg aufhielt. Aber schon im folgenden Jahre finden wir ihn auch nicht mehr da, sondern in Böhmen, wo er einige Große des Landes in ärztliche Behandlung bekam, ohne indeß sich bei diesen Curen desselben Glücks, wie früher, rühmen zu können. Von Böhmen ging er nach Wien, dann nach Ungarn, dann (1538) nach Kärnthen, wo er namentlich einige Zeit in Villach lebte, endlich nach Salzburg, wo er 1541 in den übelsten Umständen starb. Paracelsus. Leben.

Ungeachtet eines so unruhigen und vielbewegten Lebens ist Paracelsus der Verfasser einer großen Anzahl Schriften, die, meist aus der Zeit nach seiner Entfernung von Basel herrührend, von ihm dictirt und von seinen Schülern, davon einige ihn auf seinen Streifzügen immer begleiteten, niedergeschrieben wurden. Die Schreibart, die in denselben herrscht, widerlegt Diejenigen nicht, welche behaupteten, er sei stets betrunken gewesen, wenn er Lust bekam, seinen Schülern zu dictiren. Abgesehen davon, daß der Styl seiner Schriften so niedrig gehalten ist, wie man es nicht nach den Gegenständen, über welche sie handeln, — wissenschaftlichen — vermuthen sollte, wimmeln seine Werke von Widersprüchen in jeder Beziehung. Als Grundzug zeigt sich dabei stets die tiefste Verachtung aller anderen Autoritäten, und die dünkelhafteste Selbstüberschätzung. Sie wimmeln außerdem von barocken Behauptungen, von Sätzen, denen Niemand, selbst seiner vertrautesten Schüler keiner, einen Sinn abgewinnen konnte, und von neuen, ohne Erklärung hingestellten und zum Theil ganz barbarischen, Wörtern und Ausdrücken, hinsichtlich deren es sehr zweifelhaft ist, ob er selbst einen bestimmten Begriff damit verband. — Anderntheils finden sich wieder in seinen Schriften so viel neue, später als richtig befundene, Wahrnehmungen, so viel Ideen, welche später die geistvollsten und gelehrtesten Männer angenommen und zu unterstützen gesucht haben, daß man es bedauern muß, wie so viel Talent durch Rohheit und Sinnlichkeit geschmälert und irregeleitet wurde. Hätte er mit seinem Scharfsinn und seiner Beobachtungsgabe zugleich tiefere Bildung und mehr wissenschaftliches Streben an der Stelle seiner Ruhmsucht verbunden, hätte er die Erforschung der Wahrheit allein und nicht zugleich die Erniedrigung seiner Gegner zum Ziel gehabt, so würden ihm ohne Zweifel die Medicin und auch die Chemie noch weit mehr verdanken, als es der Fall ist. Allgemeiner Charakter.

Paracelsus.

In der folgenden Darstellung der Erfahrungen und Ansichten des Paracelsus, welche auf die Chemie Bezug haben, will ich zuerst seine praktischen Leistungen in dieser Wissenschaft, dann seine alchemistischen Meinungen anführen, und endlich betrachten, in welcher Art er von der Chemie auf die Medicin Anwendung zu machen suchte.

Chemische Beobachtungen.

In der praktischen Chemie zeigt sich Paracelsus sehr bewandert; er scheint nicht nur auf seinen vielen Reisen sich um alle Operationen, die damit im Zusammenhange stehen, wie z. B. die metallurgischen, sorgfältig bekümmert, sondern auch selbst viele Versuche angestellt zu haben. Er machte zuerst einen weiteren Unterschied unter den Metallen, welche seine Vorgänger nur in edle (vollkommne) und unedle (unvollkommne) eingetheilt hatten. Indem Paracelsus die Ductilität als eine wesentliche Eigenschaft des metallischen Zustands betrachtete, unterschied er die ihm bekannten nicht ductilen (Zink und Wismuth) als Bastarde der Metalle von den ductilen, eigentlichen Metallen. Er legte so den Grund zu der Eintheilung in Ganz- und Halbmetalle, welche bis vor nicht langer Zeit gebräuchlich war, und auf demselben Argumente beruhte. Vom Zink gab er auch zuerst eine genauere Beschreibung der Eigenschaften. Die Amalgamation des Kupfers, welche den Chemikern seiner Zeit stets noch sehr schwer fiel, lehrte er leichter bewerkstelligen, indem er das aus Vitriollösung durch Eisen gefällte fein zertheilte Kupfer mit Quecksilber anquickte. Den Unterschied des Alauns vom Vitriol — welche beide Körper die ersten Chemiker als nicht wesentlich verschieden betrachtet hatten, und auf deren Verschiedenheit, aber ohne Angabe des Grunds, von Roger Baco zuerst aufmerksam gemacht worden war — bestimmte Paracelsus richtig dahin, daß im Alaun eine Erde, im Vitriol hingegen ein Metall enthalten sei, und diese Unterscheidung war von Wichtigkeit, wenn er gleich die verschiedenen Arten Vitriol noch mit einander verwechselt, und den Grund ihrer Verschiedenheit nicht erörtert. Solcher einzelnen neuen Wahrnehmungen finden sich noch mehrere bei Paracelsus; sie zeugen für seine Beobachtungsgabe, und zeigen eben so wohl wie auch die einzelnen Vorrichtungen und Instrumente, welche in seinen Schriften angegeben sind, daß er in der praktischen Chemie wohlerfahren war.

Ansichten über die Elemente.

Die theoretischen Meinungen des Paracelsus in Bezug auf Chemie sind größtentheils sehr unbestimmt ausgedrückt, und eine klarere Auffassung

derselben wird noch mehr durch öfters sich findende Widersprüche erschwert. Salz, Schwefel uud Quecksilber nahm er nicht nur in allen Metallen, sondern überhaupt in allen Körpern, mineralischen wie organischen, an. Diese Elemente haben wieder mit den darstellbaren Substanzen desselben Namens weiter nichts gemein, als nur wenige Eigenschaften; sie existiren in den verschiedenen Substanzen in verschiedenen Graden der Reinheit, und an mehreren Stellen erklärt er, so vielerlei verschiedene Substanzen es überhaupt gebe, so vielerlei sei auch der Schwefel, das Quecksilber und das Salz, welche in ihnen als Bestandtheile enthalten seien. — Diese Elemente scheinen ihm nichts bedeuten zu sollen, als qualitative Zustände der Materie, und wenn er meint, im höchsten Grad der Reinheit, als syderische Elemente, seien sie nur den geläutertsten Sinnen bemerkbar und begreiflich, so scheint dies auf eine rein abstracte Betrachtung der verschiedenen Erscheinungen hinzudeuten, welche in Bezug auf Beständigkeit oder Veränderlichkeit bei den verschiedenen Materien eintreten; namentlich in Bezug auf die Einwirkung des Feuers, wie auch die früheren Alchemisten bei ihrer Annahme der Elemente der Metalle gemeint zu haben scheinen (vergl. Seite 45). So bezeichnet er selbst das syderische Salz als den Begriff der Consistenz und der Unzerstörbarkeit durch das Feuer; den syderischen Schwefel als Begriff der Verbrennlichkeit und der Veränderlichkeit (des Wachsthums z. B.) überhaupt; den syderischen Mercur endlich als Begriff der Flüssigkeit und der unveränderten Verflüchtigung durch Hitze. Paracelsus. Ansichten über die Elemente.

Die Widersprüche, welche sich in Paracelsus' Werken hin und wider in Bezug auf die Begriffe finden, welche er den von ihm angenommenen Elementen unterlegte, sind noch nichts gegen diejenigen, welche seine Schriften hinsichtlich seiner Ansicht über Alchemie aufzuweisen haben. Bald setzt er das Thörichte derer auseinander, welche Gold und Silber künstlich darstellen wollen, nennt die Alchemisten Narren, die leeres Stroh dreschen, warnt vor absichtlichem Betruge und unwillkürlichen Täuschungen, und bekennt, daß ihm die Bereitung des Steins der Weisen nie gelungen sei — bald spricht er von demselben als einer ihm wohlbekannten Sache, rühmt ihn als Universalarznei, begreift nicht, wie man an der Möglichkeit der Metallverwandlung zweifeln könne, und prahlt mit Schätzen, die er mit Hülfe der Alchemie dargestellt habe, und deren Kostbarkeit des Kaisers und des Papstes Reichthümer zusammen nicht zu bezahlen vermöchten. So kommt man zu keiner deutlichen Ansicht, was er eigentlich von der Alchemie Alchemistische Meinungen.

Paracelsus. hielt; wahrscheinlich gab er nur deßhalb vor, an die Alchemie zu glauben, um sich auch als Meister dieser Kunst anstaunen zu lassen; von der Möglichkeit der Metallverwandlung scheint er mehr überzeugt gewesen zu sein, denn er erkennt den damals oft angeführten Beweis an, daß sich Eisen durch das Einlegen in Cementwasser in Kupfer verwandle.

Einführung chemischer Arzneien. Wenden wir uns nun zu der Betrachtung, in welcher Weise Paracelsus seine chemischen Erfahrungen und Ansichten auf die Medicin anwandte. Unbestritten bleibt ihm in dieser Hinsicht das Verdienst, zuerst für die allgemeinere Einführung von chemischen Präparaten in die Arzneimittellehre kräftig gewirkt zu haben. Während bei den früheren Aerzten nur sehr wenige solcher Substanzen, deren Darstellung stets eine sehr einfache war, als Arzneimittel in Anwendung gekommen waren, und auch Basilius Valentinus, der mit mehr Sicherheit neue Mittel anzuwenden suchte, sich hauptsächlich auf Präparate Eines Stoffs, des Antimons, beschränkt hatte, untersuchte Paracelsus die meisten der ihm bekannten chemischen Producte in Hinsicht auf ihre medicinische Wirksamkeit. Er äußert einmal geradezu, der wahre Gebrauch der Chemie sei nicht, Gold zu machen, sondern Arzneien darzustellen. In dieser Beziehung sind seine Verdienste nicht genug zu würdigen, und viele noch jetzt geschätzte Arzneimittel fanden bei ihm die erste oder doch sehr verallgemeinerte Anwendung. Die innerliche Anwendung des Quecksilbers in mancherlei Gestalt, mehrerer Bleipräparate, spießglanzhaltiger Arzneien, der Schwefelmilch, des Kupfervitriols, des Eisensafrans und anderer Eisenpräparate wurde von ihm gelehrt, während die meisten dieser Stoffe von allen früheren Aerzten als Heilmittel absolut verworfen worden waren. Ja seinem Grundsatz gemäß, daß selbst die gefährlichsten Gifte unter gewissen Umständen als Arznei wirken können, wandte er sogar das Vitriolöl und den Arsenik, den letztern jedoch nur äußerlich, als Heilmittel an. An die Bemühungen der neuesten Zeit erinnernd sind seine Bemühungen, aus den Pflanzen, welche medicinische Wirksamkeit besitzen, den eigentlich wirksamen Bestandtheil, die Quintessenz, wie er ihn nannte, auszuziehen, und diesen statt der ganzen Pflanze oder ihres ganzen Saftes zur Darstellung der Arzneien und zur Heilung anzuwenden. Dieses Bestreben führte ihn zu der Bereitung der vielfachen Tincturen, Essenzen und Extracte, welche er in die Heilkunde einführte, und an die Stelle der bisher gebrauchten Decocte und Säfte, deren ganze

Zubereitung meist in Versüßung mit Zucker bestand, zu setzen suchte. Daß er, welcher gegen die zu seiner Zeit üblichen Arzneien im Allgemeinen auf das heftigste ankämpfte, auch mehrere verwarf, welche es nicht verdienten, und viele in Gebrauch zu bringen suchte, welche die alten in nichts übertrafen, wohl aber ihnen oft nachstanden, vermindert zwar sein Verdienst um die Einführung guter Arzneien, hebt es aber nicht auf. Was wir ihm hauptsächlich verdanken, ist, daß durch seine Bemühungen einerseits die Aerzte veranlaßt wurden, sich mit der Bereitung chemischer Arzneien und dadurch mit der Chemie selbst mehr bekannt zu machen, daß andrerseits auch die Apotheker mit chemischen Operationen mehr vertraut wurden, wie denn von Paracelsus Zeiten an eigentlich erst der Anfang der Parmacie in dem heutigen Sinne des Worts zu setzen ist. Neben dem Nutzen für die Medicin hat also die Anwendung chemischer Präparate als Heilmittel auch auf die Chemie sehr befördernd eingewirkt, indem sie die Anzahl der an dieser Wissenschaft Antheilnehmenden bedeutend vermehrte. Paracelsus. Einführung chemischer Arzneien.

Es war aber nicht allein in der eben besprochenen Beziehung, daß Paracelsus die Chemie als eine der vier Hauptsäulen der Medicin anpries (die drei anderen waren Philosophie d. i. Cabbala und Magie, Astronomie d. i. Sterndeuterei, und Tugend überhaupt), sondern es geschah dies besonders in der Rücksicht, daß er seine theoretischen Ansichten über Chemie in Verbindung mit den Functionen des menschlichen Organismus, der Entstehung von Krankheiten und ihrer Heilung zu bringen suchte. Wenn sich auch die eigentliche iatrochemische Theorie erst nachher ausgebildet hat, wenn auch diese in ihrem spätern Auftreten oft nur wenig mehr an die Paracelsischen Ideen erinnert, so bildeten die letzteren doch die Basis dieses für die Chemie wie für die Medicin wichtig gewordenen Systems, und verdienen hier unsere Beachtung. Medicinisch-chemische Ansichten.

Um überhaupt die Erscheinungen im menschlichen Körper mit chemischen vergleichen zu können, mußte Paracelsus nothwendig irgend eine Meinung über die Zusammensetzung oder wenigstens über einige Bestandtheile der organischen Gebilde aufstellen. Wie schon bemerkt, nahm er auch für diese Salz, Schwefel und Quecksilber als Elemente an, setzte aber hinzu, jeder Theil des menschlichen Körpers habe seinen eigenthümlichen Schwefel, seinen eigenen Mercur und sein besondres Salz. Wenn nun diese drei Stoffe in richtiger Mischung und gehöriger Qualität die gesunden Organe zusammensetzen, so erzeugen sie auch die Krankheiten, indem einer oder der andere vorwaltet oder ausgeschieden wird. So erzeugt nach ihm Vorwalten

Paracelsus. Medicinisch-chemische Ansichten.

des Schwefels das Fieber und die Pest, überschüssiges Salz Durchfälle und Wassersucht, überschüssiges Quecksilber Schwermuth und Lähmungen. Sogar von einem Destilliren und Fällen oder Gerinnen des Quecksilbers im lebendigen Leibe redet er, und läßt vom erstern Wahnsinn, vom zweiten gichtartige Zufälle entstehen.

Ebenso wie mit diesen Bezeichnungen, spielte Paracelsus mit anderen gleichfalls aus der Chemie entlehnten; und ungleich schwerer oder vielmehr gar nicht ist einzusehen, welchen Sinn er diesen unterlegte, wenn er überhaupt einen damit verband. So ist nach ihm der Schweiß am Rumpf antimonialisch, am Kopf, namentlich an den Ohren, markasitisch, an Armen und Beinen arsenikalisch. Und diese Bezeichnungen drücken nicht bestimmte Beziehungen zwischen den genannten Körpertheilen und den erwähnten Substanzen aus, denn anderswo ist wieder das, was durch die Poren überhaupt abgeht, resolvirter Mercur; was durch die Nase abgeht, weißer Schwefel; was durch die Augen abgeht, in Wasser gelös'ter Schwefel; was in den Excrementen abgeht, gefällter Schwefel; und die Absonderung durch die Ohren bezeichnet er hier als arsenikalisch. Mit diesen Behauptungen im Widerspruche bringt er die Organe mit noch anderen Metallen in Beziehung (wenn anders die folgenden Ausdrücke nicht, seinen cabbalistischen Ideen gemäß, auf die Planeten als Sterne gehen), indem er an noch anderen Stellen einen besondern Zusammenhang zwischen Mercur und bald den Lungen, bald den Eingeweiden, zwischen Saturn (Blei?) und bald den Extremitäten, bald der Milz, zwischen Venus (Kupfer?) und bald den Nieren, bald den Geschlechtstheilen behauptet. Die Anführung solcher Widersprüche ließe sich noch bedeutend fortsetzen, denn an vielen Stellen seiner Werke finden sich wieder ganz andere Beziehungen angezeigt.

Die Ursachen der Krankheiten sind also nach Paracelsus meist der Art, daß sie, um seine Ansicht in der neuern Sprache auszudrücken, auf einer Aenderung der chemischen Mischung beruhen. Es sind aber nur die näheren, die entfernteren sind in vielen Fällen die Sterne, durch deren Einfluß die Luft mit Krankheitsstoff inficirt wird. Es ist wahrscheinlich, daß Paracelsus, der auf seinen Reisen da, wo Hüttenprocesse betrieben werden, die üblen Wirkungen von Arsenik-, Quecksilber-, Schwefel- und Säuredämpfen wahrgenommen hatte, diese Wahrnehmungen ungebührlich weit auf die Erklärung fast aller Krankheiten überall ausdehnte. So wenigstens nur läßt sich ein Sinn ahnen, wenn er sagt, daß durch die

Constellationen der Planeten die Luft schweflige, arsenikalische, salzige oder mercurialische Eigenschaften annehmen könne, welche dann der Entstehung der Krankheiten zu Grunde lägen; wenn er Schwefel, Salz und Mercur, wie als Bestandtheile des Organismus, so auch als Ursache der Krankheiten desselben annimmt, und diese von dem Vorwalten des einen oder andern Bestandtheils ableitet.

Paracelsus. Medicinisch-chemische Ansichten.

Einen besonders wichtigen Theil der chemisch-medicinischen Ansichten des Paracelsus macht seine Lehre vom Tartarus aus. Unter Tartarus als der Ursache sehr vieler Krankheiten versteht Paracelsus die Verdickung der Säfte, das Niederschlagen von Theilen, welche im gesunden Zustande aufgelös't sind. Da ihm das Quecksilber der Begriff des Flüssigen ist, so nennt er manchmal einige Krankheiten durch Gerinnen des Mercurs erzeugt, als deren Ursache er anderswo den Tartarus angiebt; hier indeß haben wir offenbar zwei Bezeichnungen für denselben Begriff, ohne daß ein Widerspruch stattfände; bei Paracelsus ein seltner Fall, da sonst gewöhnlich bei ihm Eine Bezeichnung auf ganz verschiedene Begriffe, zur Vermehrung der Widersprüche, angewandt wird. Der Tartarus verursacht Steifigkeit der einzelnen Organe, indem die präcipitirten festen Theile der Bewegung Hindernisse in den Weg legen; je nach dem Ort, wo die als Tartarus bezeichnete Zersetzung stattfindet, entstehen Nieren- oder Leberkrankheiten, oder Gicht, oder Podagra, oder Steinübel. Beweis für die Richtigkeit seiner Ansicht ist nach Paracelsus die Ablagerung von Concrementen, welche man bei den genannten Uebeln häufig in den kranken Organen findet. — Die Bezeichnung Tartarus hat einen doppelten Sinn. Zunächst geht sie auf die Wirkungen des Uebels, welche den Qualen der Hölle (dem Tartarus der Alten) zu vergleichen sind; dann aber erinnert sie auch an die Entstehung des Uebels, welche dem freiwilligen Niederfallen und Absetzen des Weinsteins (gleichfalls Tartarus) zu vergleichen ist. — Auch wenn man den Harn stehen läßt, geben sich nach Paracelsus dieselben Erscheinungen zu erkennen, welche der Bildung des Tartarus im Innern des Körpers zu Grunde liegen, indem sich bei längerem Stehen aus dem Urin ein tartarusartiges Sediment absetzt.

Lehre vom Tartarus.

Ungeachtet seines Strebens, alle Vorgänge im menschlichen Körper auf solche Erscheinungen zurückzuführen, welche sich bei der Ausübung chemischer Operationen zeigen, nahm Paracelsus doch noch andere Kräfte als nur chemische zu Hülfe, um eine der wichtigsten Functionen des

Ansicht über die Verdauung.

Paracelsus. Ansicht über die Verdauung.

Organismus, die Verdauung, zu erklären. Es dauerte noch einige Zeit, bis auch dieser Vorgang von den Jatrochemikern als ein rein chemischer Proceß betrachtet wurde, und da Paracelsus Ansicht Anhänger auch unter den Gelehrten fand, welche wir später als Chemiker zu betrachten haben, so müssen wir ihrer hier erwähnen. Wie er überhaupt dem Pantheismus huldigte, und in allen Substanzen begeistigte Wesen, in der Luft Sylphen, in dem Wasser Nymphen und Undinen, in der Erde Pygmäen und im Feuer Salamander als mehr oder weniger vollkommene Geister annahm, so glaubte er auch an die Existenz eines besondern Geistes, welcher die Digestion vorzugsweise leite. Nach seiner Lehre ist es dieser Geist, der Archeus, wie er ihn nannte, welcher im Magen die nahrhaften Theile der Speise von den unnahrhaften und schädlichen scheidet, die ersten zur Assimilation fähig macht, sie in Blut verwandelt, und so die Ernährung und Erhaltung des Körpers bedingt. Der Archeus ist ein selbstständiger Geist, dessen Thätigkeit nicht von dem Willen des Menschen regiert wird; wird der Archeus siech und läßt seine Thätigkeit nach, so verhalten sich die von ihm abhängigen Organe und die sonst noch im Körper enthaltenen Stoffe, welche bei gesundem Zustande durch die Wirksamkeit des Archeus ausgeschieden werden, wie außer dem Organismus befindliche; es erfolgt Fäulniß und daraus entstehen secundäre Krankheiten. — Daß übrigens die Eigenthümlichkeit der Speisen nicht ganz durch den Archeus vernichtet werde, glaubte Paracelsus ebenfalls annehmen zu dürfen, denn es war ihm nicht entgangen, daß Nahrungsmittel manchmal dem Harn Eigenschaften mittheilen, welche sie selbst vor dem Genusse besaßen.

In dem Vorstehenden habe ich von den Ansichten des Paracelsus so viel mitgetheilt, als nöthig ist, um ein Urtheil über den Einfluß, welchen er auf die Chemie ausübte, zu begründen. Abgesehen von seinen rein chemischen Erfahrungen, verdankt ihm also die Chemie hauptsächlich, daß er sie aus den Händen der Alchemisten in die der Aerzte brachte, daß er ihre Nothwendigkeit für die Mediciner darthat und die Apotheker zu näherer Bekanntschaft mit dieser Wissenschaft zwang. Gelang es ihm auch nur sehr unvollkommen, die Erscheinungen im menschlichen Körper mit chemischen zu vergleichen, und sie durch diese zu erklären, so zeigte er doch einen Weg, auf welchem ihm die scharfsinnigsten Männer eine lange Reihe von Jahren hindurch nachfolgten; und wenn es auch diesen ebensowenig glückte, die

Lebensprocesse vollständig auf chemische zu reduciren, so trug die Chemie doch reichen Gewinn von ihren Bemühungen. Paracelsus.

Es muß hier noch der Schriften des Paracelsus gedacht werden, über deren allgemeinen Charakter ich mich schon oben ausgesprochen habe. Die Anzahl derer, welche seinen Namen tragen, beläuft sich über dreihundert; sie handeln über die verschiedenartigsten Gegenstände. Die wenigsten gab er selbst (1536 bis 1539) heraus; die meisten wurden erst nach seinem Tode von seinen Schülern veröffentlicht, mehrere nur in lateinischen Uebersetzungen. Noch im 16. Jahrhundert wurden sie in verschiedenen Sammlungen zusammengestellt, und in die lateinische, französische, italiänische und griechische Sprache übersetzt. Die Dunkelheit vieler Ausdrücke hat mehrere Commentarien seiner Schüler veranlaßt; eine Clavis et manuductio in proprios libros, welche unter Paracelsus Namen verschiedenen Ausgaben seiner Werke einverleibt wurde, wird nicht für authentisch gehalten. Um seine Kenntnisse und Ansichten in der Chemie beurtheilen zu lassen, dienen am besten: Schriften.

Archidoxa, wovon einzelne Ausgaben 10, andere 12 Bücher mittheilen.

De tinctura physicorum.

Etliche Tractate, 1) von natürlichen Dingen; 2) von Kräutern; 3) von Metallen; 4) von Mineralien; 5) von edlen Gesteinen.

Seine Ansichten über die Entstehung der Krankheiten, den Tartarus u. s. w. sind vorzüglich enthalten in den Büchern:

Große Wundarznei.

Paramirum.

De morbis ex tartaro oriundis.

Auch die meisten seiner anderen Schriften enthalten viel Eigenthümliches, aber sie alle zu nennen, würde hier zu weit führen, und liegt nicht im Plan dieser Geschichte.

Paracelsus erfuhr das Loos eines Jeden, der mit vielem Irrigen auch viel Wahres lehrt, der die Folgen des erstern möglichst zu verbergen sucht, und die des letztern mit möglichstem Aufsehen geltend zu machen strebt. Viele seiner Zeitgenossen und nach ihm Lebenden nahmen nur auf seine Irrthümer Rücksicht, suchten sie aufzudecken und nachzuweisen, und schmähten ihn darauf hin als einen Auswurf der menschlichen Natur, der zur Vernichtung aller wahren Wissenschaftlichkeit geboren sei, wobei sie ihrem Urtheil durch die Schilderung seiner Lebensweise noch mehr Wahr- Erfolg seiner Lehre.

scheinlichkeit zu geben suchten. Während diese selbst dem, was er offenbar Gutes gethan hatte und was kaum geleugnet werden konnte, z. B. der Heilung vieler Krankheiten, der großen arzneilichen Wirksamkeit chemischer Präparate, widersprachen oder es in Zweifel zu ziehen sich bestrebten, hingen andere mit schwärmerischem Vertrauen an ihm und allen seinen Behauptungen, und glaubten mit Standhaftigkeit selbst an die größten und offenbarsten Verirrungen seines Geistes. Wenige nur in der Zeit kurz nach ihm wußten das Richtige und Wahrscheinliche in seinen Erfahrungen und Ansichten von dem Irrigen und Uebertriebenen seiner Meinungen zu unterscheiden, das erstere anzunehmen und an seiner weitern Ausbildung zu arbeiten, das letztere zu widerlegen und sich davon loszusagen. Aber ehe wir zu der Erzählung des Streits übergehen, der sich nach dem Tode des Paracelsus zwischen seinen Widersachern und seinen Anhängern erhob, müssen wir einem Mann unsere Aufmerksamkeit schenken, welcher Zeitgenosse von Paracelsus war, die Chemie gleichfalls in hohem Grade förderte, aber in allen Stücken, seinem ganzen Streben nach, einen Gegensatz zu dem Gründer der medicinisch-chemischen Theorie bildete. Es war dies Agricola, welchen wir hier der chronologischen Reihenfolge nach unter dem Zeitalter der medicinischen Chemie abhandeln müssen, obgleich auf ihn kaum Eins der Merkmale paßt, welche wir oben als für die Chemiker dieses Zeitalters im Allgemeinen charakteristisch angaben.

Agricola.

Leben.

Georg Agricola war 1494 zu Glaucha bei Meißen geboren. Er widmete sich der Medicin, studirte zu Leipzig und besuchte zu seiner weitern Ausbildung auch die italiänischen Universitäten. Als er in sein Vaterland zurückgekehrt war, veranlaßte ihn der damals vorzüglich blühende Zustand der Berg- und Hüttenwerke des Erzgebirges, sich neben der Ausübung der Heilkunde auch mit Mineralogie, Metallurgie und den damit verwandten Wissenschaften zu beschäftigen. Er ließ sich als Arzt zu Joachimsthal nieder, vertauschte aber diesen Aufenthaltsort bald mit Chemnitz, um noch mehr Gelegenheit zu haben, sich seinem Lieblingsstudium hinzugeben. In der Metallurgie erwarb er sich bald so umfassende Kenntnisse, daß er in verschiedenen Operationen wesentliche Verbesserungen anbrachte, wofür ihn der Kurfürst Moritz von Sachsen mit einem Gnadengehalt belohnte. Hierdurch sah er sich noch mehr in den Stand gesetzt, den Naturwissenschaften alle seine Kräfte zu widmen, und fuhr damit fort bis zu seinem Tode, welcher

1555 erfolgte. Der Haß, welchen er sich unter seinen protestantischen Mitbürgern zu Chemnitz durch Beibehaltung der katholischen Religion zugezogen hatte, war so groß, daß ihm die Beerdigung verweigert wurde. Sein Leichnam wurde nach Zeitz gebracht, und dort zur Ruhe bestattet. Agricola.

Agricola ist eine eigenthümliche Erscheinung; obgleich Arzt, nahm er an den heftigen Bewegungen, welche zu seiner Zeit unter den Medicinern durch Paracelsus veranlaßt worden waren, auch nicht den geringsten Antheil. Seine bedeutenden chemischen Kenntnisse hätten seinem Urtheil ohne Zweifel große Wichtigkeit gesichert, aber nur wenig Medicinisches hat er geschrieben, und geht überhaupt auf die große Tagesfrage weiter nicht ein, als daß er sich im Allgemeinen für eine verbreitetere Anwendung der aus dem Mineralreich zu ziehenden Heilmittel ausspricht. Allgemeiner Charakter.

Seine hauptsächlichsten Leistungen gehören der Mineralogie und Hüttenkunde an; gründliche Studien in diesen veranlaßten ihn auch zur Herausgabe anderer Bücher, antiquarisch-historischer, mechanischer, mathematischer u. s. w. Klarheit im Ausdruck, Deutlichkeit in den Beschreibungen charakterisiren alle seine Werke. — In seinen jüngeren Jahren blieb auch er nicht frei von dem alchemistischen Glauben seiner Zeit, und mehrere dahin einschlagende Schriften von ihm zeugen dafür; in seinem spätern Alter sehen wir in ihm nur den Mann der ruhigen und fleißigen Beobachtungen, der sogar seine früheren alchemistischen Bestrebungen als Verirrungen zu widerrufen kein Bedenken trägt.

Agricola's chemische Kenntnisse ergeben sich besonders aus seinem Hauptwerke: Libri XII. de re metallica; sie finden sich darin unter einer Zusammenstellung von Allem, was zu des Verfassers Zeit über die Gewinnung, Bereitung und Probirung der Erze überhaupt bekannt war. Es ist in seiner Darstellung nicht zu unterscheiden, wo er schon länger bekannte Processe beschreibt, oder wo er von ihm verbesserte oder neu erfundene Operationen angiebt. Wir heben hier nur hervor, was für die Chemie von Interesse ist. Er gab zuerst klare zusammenhängende Anleitung zur Gewinnung vieler Metalle; die Zubereitung der Erze, auch durch Rösten, beschreibt er genau, und gab Mittel an, den dabei aufsteigenden Schwefel zu gewinnen und ihn zu reinigen; er lehrt die Darstellung und Reinigung des Kupfers, das Aussaigern des Silbers aus Kupfer und Eisen vermittelst Chemische Kenntnisse.

Agricola. Chemische Kenntnisse.

Bleies, die Gewinnung des Quecksilbers, Spießglanzes und Wismuths. Hinsichtlich der Darstellung anderer chemischen Präparate handelt er diejenigen vorzüglich ab, welche seiner Zeit bereits im Großen bereitet wurden, wie Kochsalz, Salpeter, Alaun und grüner Vitriol. Besonders vollständig verbreitet er sich über die Probirung der Erze und die Bestimmung der edlen Metalle, welche er meist auf trocknem Wege auszuführen versuchte; zur Bestimmung der edlen Metalle namentlich wandte er das Cupelliren mit Blei, zur Trennung des Goldes vom Silber die Behandlung mit Schwefel oder mit Schwefelantimon oder mit Cementen an, auch die Scheidung durch die Quart, wozu er das Scheidewasser nach mancherlei Vorschriften bereiten lehrte. Vorzüglich genau ist er in der Beschreibung der Geräthschaften, welche zur Probirung der Erze nothwendig sind; er giebt eine genauere Beschreibung der Muffeln, Tiegel, Aschencapellen, als irgend einer vor ihm; über die Schmelzöfen und die beste Art sie einzurichten, sowohl zur Darstellung im Großen als auch zu Probirversuchen, theilt er viel mit, und wie sich die von ihm angerathenen Einrichtungen bewährten, ersieht man daraus, daß sie bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts fast unverändert allgemein im Gebrauch waren.

Seine Zusammenstellung von Erfahrungen erlangte erst später in der Chemie die Anerkennung, welche diese Wissenschaft ihr schuldig ist. Zu seiner Zeit trennte sich noch scharf die Metallurgie und Dokimasie von der eigentlichen Chemie, als welche man damals die in den Händen der Aerzte befindliche ansah. Die Aufklärung, welche Agricola über die Chemie der Metalle besonders gab, die Vorarbeit, als welche die Dokimasie der allgemeinern analytischen Chemie später diente, wurden erst gewürdigt, als die Chemie sich von allen Nebenzwecken lossagen konnte, als sie sich zu einem selbstständigen Zweige der Naturwissenschaften erhob. — Auf seine Bemühungen um die Mineralogie werde ich bei der Geschichte dieser Hülfswissenschaft zurückkommen. Ob er gleich nur die äußeren Kennzeichen der Mineralien berücksichtigte, und seine chemischen Erfahrungen nicht zur Unterscheidung anwandte, so hat er doch durch die erste systematische Beschreibung dieser Naturkörper eine Wissenschaft wesentlich gefördert, welche später mit der Chemie in engern Zusammenhang tretend, diese selbst um alle erworbenen mineralogischen Kenntnisse bereichert hat.

Schriften.

Als Agricola's hauptsächlichste Schriften sind zu nennen:

De re metallica libri XII. Agricola. Schriften.

De natura fossilium libri X.

De ortu et caussis subterraneorum.

De veteribus et novis metallis.

Bermannus sive de re metallica dialogus.

Diese Werke kamen alle um 1546 heraus, sie wurden in vielen Ausgaben verbreitet und noch im folgenden Jahrhundert oft aufgelegt. Die vier letzteren Schriften enthalten vorzüglich Mineralogisches, dabei indeß auch Nachrichten und Bemerkungen, welche für die Chemie Interesse haben. Sie wurden erst 1806 — 1813 in vier Bänden in's Deutsche übersetzt.

Agricola fand nur wenige Nachfolger, welche das von ihm gegründete Fach der chemischen Metallurgie mit bemerkenswerthem Erfolge weiter bearbeitet hätten; keiner ist bedeutend genug, um hier eine besondere Besprechung zu verdienen, und so steht Agricola in diesem Zeitalter vereinzelt da, von der allgemeinen Richtung, welche die Chemie hier befolgt, abgewandt, aber zu verdienstvoll, als daß man ihn in einer Uebersicht der vorzüglichsten Beförderer der Chemie auslassen dürfte.

Wir kehren zurück zu der Betrachtung der Schicksale, welche Paracelsus Ansichten nach seinem Ableben erfuhren. Gleich nach dem Tode des Meisters verdoppeln sich die Angriffe gegen die neue Schule, aber kräftig werden die medicinisch-chemischen Ansichten nicht allein durch diejenigen Schüler des Paracelsus vertheidigt, welche seinen persönlichen Unterricht genossen hatten, sondern auch außerhalb Deutschlands von den Gelehrten, welche durch die Schriften des Paracelsus zu Anhängern seiner Lehre gewonnen waren. In Deutschland indeß entbrannte der Streit am heftigsten, weniger in Holland, Dänemark und Frankreich, wo nur einzelne Aerzte den neuen Ansichten öffentlich beitraten. Streit unter Paracelsus Nachfolgern.

Gegen Paracelsus erhob sich in Deutschland hauptsächlich Thomas Erastus (mit seinem eigentlichen Namen Lieber), geboren 1523 zu Baden in der Schweiz, der auf italienischen Universitäten studirt hatte, und später die Medicin auf den Hochschulen zu Heidelberg und Basel vortrug, in welch letzterer Stadt er 1583 starb. Er bemühte sich, die zahllosen Wi- Gegner des Paracelsus. Erastus.

Gegner des Paracelsus. Erastus.

dersprüche des Paracelsus aufzudecken, that die Ungereimtheit dar, in den organischen Gebilden dieselben Elementarbestandtheile wie in den Metallen vorauszusetzen, und zeigte, wie die Ansichten über Schwefel, Salz und Quecksilber als Elemente ganz unhaltbar sind. Besonders aber eiferte er auch gegen die Anwendung der neuen chemischen Heilmittel, behauptete, bei Paracelsus Curen hätten sich die von ihm angewandten Arzeneien oft zuletzt als schädlich und selbst als todbringend erwiesen, wenn sie auch anfangs günstigen Erfolg versprochen hätten, und versicherte, die glücklichen Heilungsfälle seien stets solche gewesen, wo auch die Galenische Heilmethode denselben Erfolg hätte bewirken können. Durch seine disputationes de medicina nova Paracelsi (1572) suchte er namentlich diese Gründe einleuchtend zu machen, und der größte Theil der damaligen schulgerecht gebildeten Aerzte stimmte ihm bei, wie viele gegen das Ende des 16. Jahrhunderts in Deutschland, Frankreich und Italien herausgekommenen Streitschriften bezeugen. Nach Spanien drangen zu dieser Zeit die Ansichten des Paracelsus noch nicht; die Aerzte dieses Landes erkannten ungetheilt noch die Autorität des Galenus und der Araber an.

Anhänger des Paracelsus.

Die Anhänger des Paracelsus, namentlich in der ersten Zeit nach dem Tode desselben, bilden einen merkwürdigen Gegensatz zu ihren Gegnern. Auf der Seite der ersteren findet sich selten wissenschaftliche Bildung, manchmal Genie, aber stets viel Arroganz und Neuerungssucht, ebenso wie auch ihrer Lebensweise die des Paracelsus oft als Muster vorgeschwebt zu haben scheint; während auf der Seite der Gegner tiefe Gelehrsamkeit durch übergroße Schätzung der veralteten Autoritäten in ihrer Anwendung beschränkt wird. Die Anhänger des Paracelsus nehmen hier unsere Aufmerksamkeit in höherem Grade in Anspruch, da sie für eine Sache stritten, von welcher die Chemie viel Nutzen gezogen hat. Einer der bekanntesten unter den Vertheidigern der Paracelsischen Lehre um die Mitte des 16. Jahrhunderts ist Thurneysser, dessen Lebensverhältnisse uns zugleich ungefähr den Charakter und die Stellung derjenigen kennen lehren, welche sich zuerst berufen fühlten, für die neue medicinisch-chemische Theorie das Apostelamt zu übernehmen.

Thurneysser.

Leonhard Thurneysser, genannt zum Thurn, war 1530 zu Basel geboren, wo sein Vater als Goldschmied lebte. Das auch in der Folge bei ihm hervorstechendste Talent bewährte er schon in seinem achtzehnten Jahre, wo er vergoldete Bleistangen für gutes

Gold verkaufte. Wegen dieses Betrugs zur Flucht gezwungen, trieb er sich nun in England und Frankreich umher, ging dann (1552) in brandenburgische Kriegsdienste, und verließ sie wieder (1553), um seinem ursprünglichen Gewerbe, der Goldschmiedskunst, nachzugehen. Er arbeitete bis 1558 in mehreren Städten Deutschlands; um diese Zeit versuchte er, aus einzelnen auf seinen Reisen sich erworbenen Kenntnissen Nutzen zu ziehen, und ging nach Tyrol, um dort mehrere Bergwerke zu betreiben. Er erwarb sich hier das Zutrauen vieler Bergwerksbesitzer, und nahm unter anderen einen österreichischen Prinzen, den Erzherzog Ferdinand, so für sich ein, daß ihn dieser auf seine Kosten von 1560 bis 1569 Schottland, Spanien und Portugal, die Barbarei, Aegypten, Arabien, Syrien, Palästina, Griechenland, Italien und Ungarn bereisen ließ. Auf diesen Reisen scheint er zuerst mit der Medicin vertrauter geworden zu sein. Auf einer Reise nach Norddeutschland wurde er 1569 dem Kurfürsten von Brandenburg bekannt, der ihn als Leibarzt in seine Dienste nahm. In dieser Stellung, von 1570 an, trat Thurneysser als eifriger Vertheidiger der Paracelsischen Lehren auf. Durch stete Marktschreierei und öftere Taschenspielereien hielt er sich in Berlin bis 1584 in großem Ansehen; zu dieser Zeit aber wurde er der gröbsten Betrügereien überführt, und mußte Berlin verlassen. Er irrte lange in Italien umher, wo er als Alchemist großen Herren Metalltransmutationen mit großer Frechheit vormachte, ging dann wieder nach Deutschland zurück, und starb 1596 in größter Armuth zu Köln. Thurneysser.

Wenn auch in diesem Lebenslauf sich Manches findet, was an den von Paracelsus erinnert, so stand dieser doch weit über Thurneysser in Beobachtungsgabe und natürlichem Scharfsinn. Keine einzige nützliche Erfahrung findet sich in des letztern Werken mitgetheilt, seine ganzen Leistungen bestehen in der Paraphrasirung Paracelsischer Ideen. Salz, Schwefel und Quecksilber erkennt er als die Elemente aller Dinge an, aber er vermischt diese Lehre zugleich mit der des Aristoteles, und läßt das Salz identisch sein mit der Erde, den Schwefel mit der Luft, und den Mercurius mit dem Wasser. Zu noch größerer Confusion findet er auch weiter viel Uebereinstimmendes zwischen dem Salz und dem Körper, dem Schwefel und dem Geist und dem Mercurius und der Seele. So theilte Thurneysser mit seinem Vorbild nur die üblen Seiten als Phantast, ohne ihm in den besseren nachzukommen. Seine praktischen Leistungen in der Chemie sind größtentheils sehr unbedeutend; hervorzuheben ist hier

Thurneysser. nur, daß er zuerst die Untersuchung der Mineralwasser durch Abdampfen und Prüfung des Rückstandes anempfahl; wie unvollkommen indeß sein Verfahren hierbei war, werden wir bei der Geschichte der analytischen Chemie sehen. So groß also auch sein Geschrei und die Anzahl der Bücher war (ich zeige von diesen hier nur seine quinta essentia (1570) und sein Buch Pison (1572) über Mineralwasser als die bedeutenderen an), wodurch er der Lehre des Paracelsus größern Eingang zu verschaffen strebte, so war doch sein ganzes Auftreten nicht der Art, um ihn dazu den wissenschaftlich Gebildeten gegenüber zu befähigen.

In ähnlicher Art traten auch in Dänemark, Holland, England und Frankreich Einzelne auf, denen die Chemie ebensowenig unmittelbare Beförderung verdankt, und über welche ich daher hinweggehe. Im Allgemeinen stand es in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts um das Ansehen des chemisch-medicinischen Systems schlecht; mehr und mehr wurde erkannt, wie den Anhängern fast nur Dreistigkeit und arrogantes Absprechen, nicht aber klares Darlegen und Beweisen zu Gebot stand, während die gelehrten Gegner ihre Ansichten fortwährend ausbreiteten.

In Deutschland, den Niederlanden, Dänemark und Holland gab sich indeß die Partei des Paracelsus noch nicht für geschlagen; in diesen Ländern konnte sie sich leichter erhalten als in Frankreich, wo die Gegner sich den Sieg der bis dahin anerkannten Lehren durch Benutzung amtlicher Gewalt zu sichern suchten. Schon 1566 verbot das Parlament zu Paris allen in dieser Stadt prakticirenden Aerzten, bei Strafe des Verlustes des Rechts, ihre Kunst ausüben zu dürfen, den Gebrauch des Spießglanzes und der daraus bereiteten Mittel. Gleichzeitig sprach sich die Pariser Facultät gegen jeden Neuerungsversuch in der Medicin verdammend aus. Dennoch wagten Einzelne, zum Theil unter falschen Namen, zum Theil offen, sich für die Lehre des Paracelsus und für den Gebrauch der von diesem angepriesenen Heilmittel zu erklären.

Quercetanus. Einer der bedeutendsten unter den Letzteren war Joseph du Chesne, bekannter unter dem latinisirten Namen Quercetanus (geboren 1521 zu Armagnac in der Gascogne, auf deutschen Universitäten gebildet, gestorben zu Paris 1609), der als Leibarzt des Königs Heinrich IV. es auch eher als viele andere wagen konnte, einer andern Ansicht als der der Facultät zu Paris

beizustimmen. Er versuchte alle Aussprüche des Paracelsus zu rechtfertigen und kam seinem Vorbild an Dreistigkeit und Eitelkeit ziemlich nahe. In der Chemie selbst hat Quercetanus nichts geleistet; nur eins verschuldete er, was noch lange Zeit nach ihm die Köpfe Vieler verwirrte und zu vielen vergeblichen Versuchen Anlaß gab: er zuerst verbreitete allgemeiner die bis dahin nur hin und wieder vermuthungsweise ausgesprochene Idee, daß die Asche von Pflanzen noch den Keim der vermischten Substanz in sich enthalte und daß sich durch chemische Kunstgriffe aus jeder Asche wieder die Pflanze erzeugen lasse, von welcher jene gewonnen worden sei (vergl. Palingenesie in der speciellen Geschichte der Alchemie). Von seinen vielen Schriften ist keine für die Chemie bedeutend genug, um hier Besprechung zu verdienen. Quercetanus.

Quercetanus war durch seine Stellung bei Hofe vor amtlichen Verfolgungen gesichert; und die Angriffe anderer französischer Aerzte gegen ihn und das Paracelsische System schadeten ihm wenig. Schlimmer erging es einem andern Vertheidiger dieses Systems, dem Theodor Turquet de Mayerne. Dieser war in Genf 1573 geboren, studirte zu Montpellier und Paris, und zeichnete sich bald als Arzt so aus, daß ihn sogar der König von Frankreich mit seinem Zutrauen beehrte. Turquet war ein für die damalige Zeit ausgezeichneter Chemiker, dem die Wissenschaft mehrere wesentliche Entdeckungen verdankt. Ich hebe hier nur hervor, daß er der erste war, der die Entzündlichkeit des aus Eisen und Schwefelsäure sich entwickelnden Gases bemerkte, daß er zuerst die Sublimation der Benzoeblumen lehrte; mehrerer anderer Beobachtungen von ihm wird noch in den folgenden Bänden Erwähnung geschehen. Besonders war er für die Einführung chemischer Präparate als Arzneien thätig, ob er gleich damit keineswegs alle früher angewandten, sogenannten Galenischen, Heilmittel verwarf, und nahm keinen Anstand, die durch das oben erwähnte Edict untersagten Spießglanzarzneien anzuwenden, und überhaupt seine Vorliebe für die Lehren des Paracelsus offen zu zeigen. Die medicinische Facultät zu Paris nahm davon Anlaß, ihn 1603 für unwürdig zu erklären, die Heilkunst auszuüben, und verbot allen übrigen Aerzten bei gleicher Strafe, mit ihm zu consultiren. Wurde gleich das Vertrauen des Publikums zu Turquet durch dieses Edict nicht geschwächt und seine vielbeschäftigte Praxis nicht vermindert, so konnte er doch die Professur der Chemie, die er

Turquet de Mayerne.

Turquet de Mayerne. bekleidete, nicht fortbehalten, und die Behandlung, die er in Paris hatte erdulden müssen, scheint für ihn Anlaß gewesen zu sein, 1611 einer Berufung nach England zu folgen, wo er Leibarzt des Königs Jakob I. wurde, welche Stelle er auch unter dessen Nachfolger, Jakob II., noch bekleidete. Er starb 1655 zu Chelsea bei London. Von seinen Schriften ist die Pharmacopoea als an neuen Beobachtungen reichhaltig vorzugsweise nennenswerth.

Quercetanus und noch mehr Turquet trugen viel dazu bei, das medicinisch-chemische System in neue Beachtung zu bringen; am meisten aber wurde noch immer von Deutschland dafür gethan, wo hauptsächlich Anhänger des Paracelsus laut waren. Zwei Männer sind hier noch zu nennen, welche am Ende des 16. Jahrhunderts sich besonders hervorthaten. Croll. Oswald Croll, von Geburt ein Hesse, später Leibarzt in anhaltschen Diensten (gestorben 1609), gab in seiner Basilica chymica (1608) einen Inbegriff der Paracelsischen Lehren, und vertheidigte sie mit ungemessener Verehrung für ihren Urheber; seine Unterstützung derselben hatte um so mehr Gewicht, da er sich trefflich auf die Bereitung sehr wirksamer Arzneien verstand. Viele der von ihm eingeführten Heilmittel (ich erinnere hier nur an den Tartarus vitriolatus, das Bernsteinsalz u. s. w.) haben ihre Anwendbarkeit bewährt, und sind noch im Gebrauch. — Adrian Mynsicht. von Mynsicht, Leibarzt des Herzogs von Mecklenburg, wirkte in derselben Richtung; sein thesaurus et armamentarium medico-chymicum (1631) zeigt, wie er vorzugsweise die chemischen Mittel hervorhob, ohne jedoch allen Galenischen durchweg die Wirksamkeit abzusprechen; neben vielen Mitteln, welche die von ihm angegebene weitläuftige Zubereitung nicht werth sind, finden sich auch solche, die ihren Ruf noch stets bewähren; hierzu gehört namentlich der von ihm entdeckte Brechweinstein, dessen Bereitung sich in dem gedachten Werke zuerst beschrieben findet.

Libavius. Alle diese Anhänger von Paracelsus vertheidigten mit seinen richtigen Ansichten auch fast alle seine falschen; den ersteren ließen sie manche nützliche Erweiterung und Anwendung zugehen, aber von den letzteren glaubten sie im Allgemeinen sich nicht lossagen zu können, ohne damit das ganze System aufzugeben. Der erste, welcher selbstständiger die Wahr-Leben. heiten der Paracelsischen Lehre von ihren Irrthümern mit prüfendem

Blick zu sondern suchte, war Andreas Libau, gewöhnlich latinisirt Libavius genannt. Er war zu Halle geboren, studirte Medicin und Chemie, ließ sich zuerst in seiner Vaterstadt als Arzt nieder, ging aber bald wieder weg nach Jena, wo er sich vorzugsweise auf Geschichte und Sprachstudium warf. Später lehrte er an dem Gymnasium zu Rotenburg an der Tauber, und zuletzt an dem zu Coburg, wo er als Director dieser Anstalt 1616 starb. Bei seinen Amtsgeschäften verlor er nie die Medicin und Chemie aus den Augen, sondern beschäftigte sich stets noch mit beiden emsig, und hat namentlich für die letztere Wissenschaft ausgezeichnet gewirkt. Libavius. Leben.

Obgleich gründlich gebildet, war Libavius doch nicht frei von allen Vorurtheilen seiner Zeit. An die Möglichkeit der Metallverwandlung, und namentlich an die Veredlung der gemeinen in Gold, glaubte er noch fest; ebenso an die Wirksamkeit des trinkbaren Goldes. Aber im Allgemeinen wußte er doch, durch seine gründlichen ärztlichen Kenntnisse unterstützt, richtig zu unterscheiden, was von der Chemie in die Medicin gehört, was nicht; in welcher Art die erstere Wissenschaft die letztere fördern kann, und welche Anwendungen davon als falsch zurückgewiesen werden müssen. Mit Lebhaftigkeit erhob er sich gegen die bilderreiche mystische Sprache, welche in allen Schriften der Paracelsischen Schule herrschte; er zeigte, wie hinter den vielen unverständlichen Aussprüchen nur Mangel an wahrem Wissen sich versteckt, und sagte sich von allen unerwiesenen Träumereien des Paracelsischen Systems, wo nur mit chemischen Ausdrücken gespielt wird, ohne daß eine Erklärung herauszufinden wäre, geradezu los. Besonders kämpfte er noch gegen den zu seiner Zeit in hohem Grade stattfindenden Mißbrauch, die Kunst, auf chemischem Wege heilsame Präparate darzustellen, zur Bereitung von sogenannten Lebenselixiren und anderen Geheimmitteln anzuwenden; seine Kenntnisse in der Chemie ließen ihn in vielen solcher als kostbar angepriesenen Arzneien ganz gewöhnliche Substanzen erkennen, welche weder die zugeschriebenen medicinischen Eigenschaften hatten, noch den hohen Preis, um welchen sie verkauft wurden, werth waren. Von 1594 bis 1615 schrieb er mehrere Schriften, welche bestimmt waren, das Publikum aufzuklären und vor Betrügereien zu warnen. — Unparteiisch vertrat er andrerseits die Chemie gegen diejenigen, welche diese Wissenschaft ganz aus dem Kreise der zur Medicin gehörigen verdrängt wissen wollten; er vertheidigte die Anwendbarkeit der chemisch dargestellten Präparate als Arzneimittel, und Medicinisch-chemische Ansichten.

Libavius. zeigte namentlich in mehreren Streitschriften (1601 bis 1607), wie ungerecht und unwissenschaftlich die Beschlüsse waren, mittelst welcher die medicinische Facultät zu Paris alle bedrohte, die von solchen Präparaten in der Heilkunst Gebrauch machten.

Entdeckungen in der Chemie. Libavius nützte der Chemie nicht allein, indem er ihre Stellung zur Medicin richtiger bestimmte, sondern er förderte sie auch durch eine Menge eigener Wahrnehmungen, von denen hier einige angeführt werden mögen, um für sein Beobachtungstalent Zeugniß abzulegen.

Bei ihm zuerst findet sich die Methode, aus Schwefel eine Säure durch Verbrennen mit einem Zusatz von Salpeter zu gewinnen, und er kannte die Identität der so dargestellten Säure mit der aus Vitriol oder Alaun bereiteten. Durch Destillation des Quecksilbersublimats mit Zinn stellte er zuerst das Doppelt-Chlorzinn dar, welches noch nach ihm benannt wird (spiritus fumans Libavii). Er kannte den Gebrauch des Goldes und mehrere seiner Verbindungen, um dem Glase eine rothe Farbe mitzutheilen, und wußte überhaupt verschiedene gefärbte Glasflüsse darzustellen. Bei ihm endlich finden wir auch einige Kenntnisse in der damals noch so wenig bearbeiteten analytischen Chemie. Für die luftförmigen Stoffe, welche nicht mit der atmosphärischen Luft übereinstimmen, hatte er freilich nur rohe Unterscheidungszeichen; er theilt z. B. die Grubenschwaden nur in solche, welche sich entzünden lassen, und in solche, welche ein hinzugebrachtes Licht auslöschen. Seine Kenntniß in der Analyse anderer Stoffe beschränkte sich hauptsächlich auf das Probiren der Erze, wo er fast allein Vorschriften für die Untersuchung auf trocknem Wege giebt. Daß er bei der Prüfung metallischer Substanzen mit Genauigkeit zu Werke ging, zeigt sich darin, daß er in allen käuflichen Bleisorten, auch den angeblich vollkommen reinen, einen Silbergehalt nachzuweisen wußte. Auch über die Prüfung der Mineralwasser schrieb er, seine Vorschriften brachten indeß diesen Gegenstand nicht viel weiter, da ihm der allgemeinere Gebrauch der Reagentien noch fremd war; den Gehalt der Heilquellen an mineralischen Bestandtheilen leitete er mit Recht von aufgelös'ten Bestandtheilen der Gebirge und des Bodens her.

Schriften. Ein besonderes Verdienst hat sich noch Libavius erworben, indem er zuerst die chemischen Beobachtungen zusammentrug, und ein Lehrbuch der Chemie bearbeitete, welches mit Ordnung und Deutlichkeit alles dieser

Wissenschaft Angehörige umfaßte und unter allgemeineren Gesichtspunkten darzustellen versuchte. Unter dem Titel

Libavius. Schriften.

Alchymia--collecta, --accurate explicata et in integrum corpus redacta

erschien es zuerst 1595; es wurde oft wieder aufgelegt, und galt lange als das vorzüglichste Werk über unsere Wissenschaft. Von seinen anderen Schriften (alle zusammen wurden 1613—1615 in drei Bänden unter dem Titel Opera omnia medico-chymica herausgegeben) hebe ich noch hervor

Praxis alchymiae (1605).

Ars probandi mineralia (1597).

De judicio aquarum mineralium (1597).

Aehnlich wie Libavius beurtheilte ein anderer Arzt aus dem ersten Viertel des 17. Jahrhunderts, Angelus Sala, den Werth der Paracelsischen Lehren und das Verhältniß der Chemie zur Medicin. Ueber die Lebensverhältnisse Angelus Sala's fehlen genauere Nachrichten. Er war zu Vicenza gebürtig; abweichender Religionsmeinungen halber verließ er später sein Vaterland. Er ließ sich zuerst zu Zürich nieder, wo er als praktischer Arzt lebte, dann im Haag. Von da wandte er sich nach Hamburg, wo er als Leibarzt des Grafen von Oldenburg einige Zeit sich aufhielt. Von dem Herzog von Mecklenburg 1625 zu seinem Leibarzt ernannt, folgte er diesem Rufe, und lebte noch 1639 zu Güstrow. Seine schriftstellerischen Leistungen fallen hauptsächlich in die Jahre zwischen 1610 und 1630. Er tadelte ebenso sehr das enthusiastische Vertrauen der Aerzte aus der Paracelsischen Schule in die Allwirksamkeit ihrer mit Hülfe der Chemie bereiteten Arzneien, als auch die stolze Selbstgenügsamkeit der Aerzte aus der Galenischen und arabischen Schule, welche Alles, was nicht von ihren Autoritäten gebilligt worden war, von vornherein als falsch verwarfen. Er eiferte gegen die Existenz einer Universalarznei, und verlachte diejenigen, welche an eine große Heilkraft des Goldes im flüssigen Zustande glaubten. In mehreren Stücken konnte er sich indeß von Paracelsus' Ansichten nicht losreißen, wie er z. B. der Lehre vom Tartarus unbedingt anhing. Sehr vielen Werth legte er auf die chemischen Heilmittel, namentlich auf die quecksilber- und antimonhaltigen, bei deren letzteren Anwendung er indeß Vorsicht anempfahl, und gab für die Arzneibereitung viele ausgezeichnete Anleitungen, wobei er die Wahl der Gefäße, die vorkommen-

Angelus Sala. Leben und medicinisch-chemische Ansichten.

Angelus Sala.

den Verfälschungen u. s. w. mehr berücksichtigte, als dies je vor ihm geschehen war.

Chemische Kenntnisse.

Angelus Sala besaß überhaupt für seine Zeit seltene chemische Kenntnisse, und konnte sich Rechenschaft über Erscheinungen geben, die den meisten seiner Zeitgenossen unerklärlich schienen, oder von ihnen falsch gedeutet wurden. So z. B. wußte er, daß Schwefelsäure aus Salpeter die Salpetersäure austreibt; die erstere wandte er als Heilmittel häufig an, die letztere hielt er hingegen für äußerst schädlich. Er schärfte also dringend ein, nie Schwefelsäure zu verordnen, wenn vorher Salpeter gegeben worden sei, weil man sonst die Wirkungen der Salpetersäure und nicht die der Schwefelsäure wahrnehmen werde. — Er erkannte, wie Libavius, die Identität der Schwefelsäure, mochte sie nun aus Vitriol oder aus verbrennendem Schwefel gewonnen sein. — Er untersuchte zuerst, aus was chemische Verbindungen zusammengesetzt sind, und was vorhanden sein muß, damit sie entstehen können. So erkannte er die Bestandtheile des Salmiaks, und sprach zuerst genauer von den Eigenschaften des flüchtigen Laugensalzes; so zeigte er, daß nie Knallgold entsteht, wenn man eine Solution von Gold in reinem Königswasser (Salpetersäure und Salzsäure) mit Kali fällt, sondern nur, wenn das Königswasser aus Salpetersäure mit Salmiak bereitet ist. — Während alle seine Zeitgenossen die Fällung des Kupfers aus einer Lösung von blauem Vitriol durch Eisen als einen Beweis der Metallverwandlung ansahen, suchte Sala zu zeigen, daß das Kupfer schon in dem Vitriol enthalten ist, und daß keine Verwandlung hierbei vor sich geht. — Aus der Zersetzung, welche der Sublimat durch Weinsteinsalz erleidet, schloß er, daß letzteres ein Gegengift gegen erstern sein müsse, und empfahl es als solches. — Bei ihm endlich finden wir zuerst des versüßten Sublimats und seiner ausgezeichneten chemischen Wirksamkeit erwähnt.

Schriften.

Angelus Sala's Beobachtungen sind in vielen einzelnen Schriften zerstreut, deren specielle Anführung hier zu weit führen würde; sie wurden 1647, und noch vollständiger 1682 unter dem Titel: Opera medico-chymica quae exstant omnia, gesammelt.

Van Helmont.

Bedeutender noch als Libavius und Sala, aber auch im Bewußtsein seiner Bedeutsamkeit auf eigene Autorität weit mehr vertrauend, war van Helmont. Das Zeitalter der medicinischen Chemie wurde durch ihn zu seinem Höhepunkte vorbereitet; bevor wir über die Erweiterungen,

welche van Helmont der Chemie zu Theil werden ließ, und über den großen Einfluß, welchen er auf die Stellung der Chemie zur Medicin hatte, berichten, wollen wir einen Ueberblick seines Lebens vorausschicken. Van Helmont.

Johann Baptist van Helmont, geboren 1577 zu Brüssel, war ein brabantischer Edelmann, Herr von Merode und mehreren anderen bedeutenden Herrschaften. Er machte in Löwen bis zu seinem siebenzehnten Jahre den gewöhnlichen philosophischen Cursus durch; verschmähte jedoch, nach der Sitte jener Zeit den Grad eines Magisters liberalium artium anzunehmen, da er damals schon alle solche Würden und Titel als Eitelkeit der Welt für verwerflich hielt. Er wandte sich den Jesuiten zu, welche damals in Löwen ein Collegium hatten, und beschäftigte sich hier vorzugsweise mit mystischer Philosophie, selbst mit Magie. Von allen philosophischen Lehren unbefriedigt, begann er das Studium der Theologie; mystische Bücher waren es vorzüglich, die ihn hier anzogen, und die lebhafte Einbildungskraft und die enthusiastische Auffassung alles ihm Vorkommenden, welche ihn von früher Jugend an ausgezeichnet hatten, bestärkten ihn in seiner Ansicht, daß alles aus Ruhmsucht und zu eigenem Verdienst unternommene Studium eitel sei. Er entschloß sich, alle Vortheile, welche ihm seine Geburt zugesichert hatte, aufzugeben, entsagte zu Gunsten seiner Schwester seinen bedeutenden Gütern, und nahm sich vor, sein ganzes Leben nur der Ausübung der Wohlthätigkeit und sonstiger guter Werke zu widmen. Um sich desto nützlicher machen zu können, entschloß er sich, die Heilkunde zu studiren; anfangs waren ihm Hippocrates und Galen Führer, bis ihm mehrere Krankheitsfälle vorkamen, wofür die ältere Schule ihm keine Heilmittel angeben konnte. Er begann nun, Paracelsus Werke zu studiren, und fühlte sich von ihnen so begeistert, daß er alle seine Kräfte darauf warf, durch Bekämpfung des Galenischen Systems und weitere Ausbildung der chemisch-medicinischen Theorie die in der Heilkunde durch Paracelsus begonnene Reformation zu befestigen. Um in dieser Beziehung wirksamer auftreten zu können, nahm er 1599 den Grad eines Doctors der Medicin an, und reis'te nun zehn Jahre lang in Frankreich und Italien, wo er für die Ausbreitung seiner Ansichten thätig war, und sich großen Ruf als Arzt erwarb. Nach seiner Rückkehr in sein Vaterland heirathete er eine brabantische Dame, deren Vermögen ihm ruhiges Leben gestattete. Wiederholte Berufungen, als Leibarzt nach Wien zu gehen, lehnte er ab, und lebte zurückgezogen, vorzüglich mit chemischen Leben.

Van Helmont. Untersuchungen beschäftigt, bis 1644, wo er auf einem seiner Familie angehörigen Gute Vilvorde bei Brüssel starb.

Allgemeiner Charakter. Van Helmont hatte vor Paracelsus, den er stets mit größter Hochachtung anführt, etwas voraus, was diesem hauptsächlich bei der Ausbreitung seiner Lehre hindernd in den Weg trat: eine gründliche wissenschaftliche Bildung, und eine genaue Bekanntschaft mit dem System, dessen Unzulänglichkeit nachgewiesen werden sollte. Enthusiast war er in gewisser Hinsicht noch mehr als Paracelsus; er glaubte der einzige Arzt zu sein, der von Gott zu diesem Geschäft bestimmt sei, und nach höheren Eingebungen die Heilkunde in einen bessern Zustand bringen könnte; in allen wichtigen Lagen seines Lebens erschien ihm seiner Aussage nach ein Genius, der ihm mit Rath beistand; 1633 glaubte er seine eigene Seele in Gestalt eines hellleuchtenden Krystalls erblickt zu haben. Mit Paracelsus theilte er, obwohl in geringerm Grade, ein übertriebnes Vertrauen auf die eigenen Ansichten, an dessen Stelle man ruhige Besonnenheit wünschen könnte, und überhaupt oft einen Glauben an Wunderbares, der sich mit nüchterner Naturforschung nicht verträgt. So ist es seiner Meinung nach eine ausgemachte Sache, daß sich in einem Gefäß, worin man ein schmutziges Hemd mit Weizenmehl zusammengebracht hat, aus diesen beiden Dingen Mäuse erzeugen. Ebenso glaubt er fest, daß gewisse Pflanzen, und auch ein Knochen einer Kröte, mit einem schmerzhaften Theil des Körpers, z. B. bei Zahnweh, äußerlich in Berührung gebracht, die Schmerzen sogleich lindern. — Auch von selbstgefälliger Eitelkeit ist van Helmont, seiner oft geäußerten Demuth ungeachtet, nicht frei, wenn er auch als Mann von feinerer Erziehung sich nicht so grob brüstet, wie Paracelsus. Die Werke van Helmont's sind im Allgemeinen mit viel Klarheit geschrieben, aber hinsichtlich mehrerer Meinungen und namentlich Darstellungsmethoden thut sich doch auch noch bei ihm die Geheimnißkrämerei seiner Vorgänger kund. — Eine gewisse Aehnlichkeit des Charakters zwischen Paracelsus und van Helmont ist nicht zu verkennen; beide waren enthusiasmirt von dem Gedanken, für eine totale Reformation der Medicin thätig zu sein; bei Paracelsus waren die Irrthümer gesteigert durch Unwissenheit und Anmaßung, bei van Helmont traten sie gemildert hervor durch Gelehrsamkeit und Bildung. So erklärt sich auch die Achtung, mit welcher er öfters von Paracelsus spricht, selbst da, wo er abweichender Meinung ist; denn

keineswegs pflichtet er den Meinungen jenes unbedingt bei. Wir wollen nun zur Berichterstattung seiner Leistungen übergehen, und zuerst seine chemischen Meinungen und Beobachtungen, sodann die Anwendungen, welche er von der Chemie auf die Medicin zu machen suchte, näher erörtern. Van Helmont.

Van Helmont glaubte noch fest nicht nur an die Möglichkeit der Metallverwandlung, sondern auch daran, daß man dafür bereits Mittel dargestellt habe. Er versichert, selbst eine kleine Menge des Steins der Weisen im Besitz gehabt, und seine Wirksamkeit erprobt zu haben (vergl. die specielle Geschichte der Alchemie im II. Theile). — Er glaubte auch an die Existenz eines Stoffs, welcher im Stande sei, alle Körper löslich zu machen, des Alkahests, wofür sich schon bei Paracelsus Andeutungen finden; und schrieb ihm große Wirksamkeit als Arzneimittel zu. — Was er darunter verstand, erhellt aus seinen Schriften nicht; die Bereitung hielt er geheim, weil es von Anderen schlecht bereitet oder verfälscht werden könnte, und dann Schaden anrichte; hauptsächlich aber aus bloßer Geheimnißkrämerei, ne rosae ante homines et porcos spargantur. Ueber die Natur dieses geheimnißvollen Stoffs wurden viele Muthmaßungen gemacht, die ich ebenfalls bis zu der speciellen Geschichte der Alchemie, unter deren Verirrungen auch der Gedanke an das Alkahest figurirt, verschiebe. Wie auch schon Sala, aber noch im Widerspruch mit den meisten seiner Zeitgenossen, betrachtete er das Streben, aus Gold eine Universalarznei darzustellen, als chimärisch, und sprach überhaupt den aus Gold bereiteten Mitteln die gerühmte Heilkraft seinen Erfahrungen nach ab. Chemische Ansichten.

Ueber die Grundstoffe der Körper ist van Helmont anderer Meinung als alle seine Vorgänger. Die von Aristoteles angenommenen Elemente, Feuer, Wasser, Luft und Erde, verwarf er, einmal weil Aristoteles kein Christ war und seine Ansicht deßhalb kein Zutrauen verdiene, sodann, weil er das Feuer als keine Substanz anerkannte. Seiner Meinung nach ist die Flamme nicht substantielles Feuer, sondern das Substantielle in derselben ist Rauch, Gas, welches glühend die Flamme bildet, und Wärme und Kälte sind überhaupt nur abstracte Eigenschaften und nicht materielle Dinge. Also kann nach ihm Feuer in keinem Körper als materieller Bestandtheil enthalten sein. Ebenso sehr eifert aber van Helmont auch gegen die drei Urstoffe der Alchemisten, Schwefel, Salz und Quecksilber, und besonders dagegen, daß diese drei Stoffe auch in dem thierischen Körper Ansichten über die Elemente.

Van Helmont's Ansichten über die Elemente.

als Elementarbestandtheile vorhanden seien. Er zeigte namentlich, daß die Entstehung der Krankheiten im Allgemeinen von der Mischung des Salzes, Schwefels und Quecksilbers ableiten zu wollen, ungereimt sei, da sich keiner dieser drei Stoffe in dem Körper nachweisen lasse.

Als einen Hauptbestandtheil aller Dinge sah van Helmont aber das Wasser an. Wasser ist seiner Meinung nach in den Oelen, dem Weingeist, dem Wachs und allen verbrennlichen Stoffen enthalten, denn wenn diese auch vollkommen rein sind, so erhält man doch aus ihnen das darin enthaltene Wasser durch Anzünden und Verbrennen. Aus Wasser bilden sich alle Bestandtheile der Vegetabilien, ihre verbrennlichen Theile wie auch die in ihnen enthaltenen erdigen und die Asche. Um dies zu beweisen, führt van Helmont folgenden Versuch an: Er gab in einen Topf eine gewisse Menge Erde, welche abgewogen war (sie betrug scharf getrocknet 200 Pfund); ein Weidenzweig, der 5 Pfund wog, wurde hineingepflanzt. Der Topf wurde durch einen Deckel möglichst vor Staub geschützt, und täglich mit Regenwasser begossen. Nach fünf Jahren wurde der Versuch beendigt; es fand sich, daß die Weide, welche groß und stark geworden war, um 164 Pfund an Gewicht zugenommen hatte, obgleich die Erde im Topfe wieder getrocknet, fast genau das ursprüngliche Gewicht hatte (der Verlust betrug nur zwei Unzen). Hiernach glaubte van Helmont bewiesen zu haben, daß in alle Gewächse nur das Wasser als Bestandtheil eingeht, und darin auch die unorganischen (unverbrennlichen) Substanzen bildet; d. h. seiner Meinung nach, daß sich Wasser in Erde verwandeln kann. Aehnlich suchte er darzuthun, daß das Wasser auch alleiniger Bestandtheil aller thierischen Organismen ist. Nach ihm beweisen dies die Fische, welche nur im Wasser, und zum Theil von Wasser allein, leben und wachsen; also auch ihre Organe, die doch der Substanz nach mit denen der anderen Thiere übereinstimmen, bilden sich nur aus Wasser. Hingegen bestritt van Helmont die zu seiner Zeit angenommene Ansicht, daß sich Wasser in Luft oder Luft in Wasser verwandeln könne. Diesen Satz konnte er nur mit Hülfe der Kenntnisse aufstellen, welche er über die Luft und die ihr verwandten Substanzen hatte, indem er zuerst die Luftarten unter sich und von den Dämpfen unterschied.

Wir wollen seine Kenntnisse darüber nun betrachten; einiges noch zu seinen Ansichten über die Elemente Gehörige verschiebe ich bis zur speciellen Besprechung der Geschichte dieser Lehre im zweiten Theile.

Mit van Helmont beginnen eigentlich erst unsere Kenntnisse über die Gase, und den letztern Namen führte er zuerst ein. Daß es luftähnliche Stoffe giebt, welche nicht die Eigenschaften der gemeinen Luft haben, war zwar schon früher bekannt (vergl. Geschichte der Gase im II. Theil), aber van Helmont machte doch zuerst auf die Unterscheidungszeichen genauer aufmerksam, und zeigte, wie man solche natürlich vorkommende Luftarten auch durch Kunst darstellen, und so auf ihre Entstehung im Großen schließen kann. Unter dem Namen Gas verstand er alle Luftarten, welche mit der atmosphärischen Luft nicht übereinstimmen; letztere betrachtete er nicht als ein Gas; wenigstens nannte er sie nie so. Die Gase unterschied er andrerseits von den Dämpfen nach einer Ansicht, die sich Jahrhunderte lang in Ansehen erhalten hat; namentlich daß als Gase solche luftartige Körper zu betrachten sind, welche durch Erkältung nicht in den tropfbarflüssigen Zustand übergehen, während die Dämpfe, wie er wohl wußte, zu ihrer Entstehung und zur Beibehaltung ihres luftförmigen Zustandes der Wärme bedürfen.

Van Helmont. Chemische Erfahrungen. Kenntnisse über die Gase.

Kannte van Helmont gleich den Unterschied der Gase und Dämpfe recht gut, so ist seine Unterscheidung der einzelnen Gasarten um so ungenügender. Es darf dies nicht wundern, da er keine Mittel kannte, die gebildeten Gase für sich aufzufangen, und noch weniger versuchte er, die Einwirkung der Gase auf andere Körper in chemischer Beziehung zu studiren. Seine Kenntnisse über die luftartigen Flüssigkeiten, die sich von der gemeinen Luft unterscheiden, beschränken sich auf Folgendes. Unter den Namen gas sylvestre, wofür er auch manchmal, aber seltner, den Ausdruck gas carbonum braucht, verstand er hauptsächlich Kohlensäure. Gas sylvestre bildet sich nach ihm bei der Gährung von Wein und Bier, und bei dem Verbrennen von Kohlen; er erkannte es in den Säuerlingen, namentlich in dem Mineralwasser von Spaa; er wußte, daß es das Gas ist, welches sich durch Aufstoßen aus dem Magen entwickelt (dieses nennt er auch manchmal gas ventosum), und daß es sich auch in der Hundsgrotte und in anderen unterirdischen Höhlen vorfindet; er kannte endlich die Darstellung desselben, aus Kalksteinen mit Essig und aus Weinsteinsalz mit Schwefelsäure. Von Eigenschaften dieses gas sylvestris wußte er nur, daß es Thiere erstickt und die Lichter auslöscht. Dieser unvollkommenen Kenntniß der Eigenschaften ist es zuzuschreiben, daß er mit demselben Namen auch Luftarten belegt, welche von der Kohlensäure ganz verschieden sind,

Van Helmont Kenntnisse über die Gase.

und nur in den angeführten Eigenschaften damit Aehnlichkeit haben. So sagt er, daß spiritus sylvestris entsteht, wenn man Krebssteine in Essig oder Silber in Scheidewasser lös't, obgleich er von dem auf die letztere Weise bereiteten Gas wußte, daß es an der Luft rothe Dämpfe bildet. Mit dem ganz gleichen Namen bezeichnet er das Gas, welches durch Destillation von Salpetersäure mit Salmiak sich entwickelt, und das schwefligsaure Gas, durch Verbrennen von Schwefel in einem Glasgefäß erzeugt; von der letztern Luftart aber wußte er nur, daß auch es brennende Körper erlöschen macht. Er kannte also offenbar die Eigenschaften dieser verschiedenen Gase nur sehr unvollkommen, da er ihnen allen denselben Namen wie der Kohlensäure beilegt, offenbar nur auf ihre Eigenschaft hin, die Verbrennung zu unterdrücken; und die abweichenden Eigenschaften, Färbung an der Luft, Geruch u. s. w. scheint er als unwesentlich angesehen zu haben. Im Gegensatz zu dem gas sylvestre hebt er das gas pingue, siccum, fuliginosum oder endimicum hervor, mit welchem Namen er die entzündlichen Luftarten bezeichnet; solche bemerkte er bei der trocknen Destillation organischer Materien, und zählte dahin auch die stinkenden Blähungen, welche er ihrer Entzündlichkeit wegen von der Luftart, die bei der Tympanitis den Unterleib auftreibt, unterschied.

Andere chemische Entdeckungen.

Aus dem Vorhergehenden geht schon hervor, daß van Helmont ein guter Beobachter war; noch mehr zeigt sich dies, wenn man auch seine anderen, nicht auf die Gase bezüglichen, Wahrnehmungen zusammenstellt. Er hatte bereits bemerkt, daß die Luft an Volum abnimmt, wenn Körper darin verbrannt werden. Er wußte die Kieselerde durch Zusatz von viel Alkali zu einem Glase zu schmelzen, welches an einem feuchten Ort zerfließt, und aus dessen Auflösung die Kieselerde durch Zusatz von Säure unverändert wieder abzuscheiden. Es war ihm bekannt, daß sich der Salpeter bei starker Hitze in gewöhnliches Laugensalz verwandelt. Er bereits glaubte wahrgenommen zu haben, daß Quecksilber dem Wasser, womit es gekocht wird, ohne an seinem Gewicht zu verlieren, medicinische Eigenschaften mittheilt, und noch eine Menge anderer neuer Erfahrungen wurde von ihm gemacht, welche hier alle anzuführen um so unnöthiger ist, da sie besser in den folgenden Theilen bei der Geschichte der einzelnen Theile der Wissenschaft ihren Platz finden.

Uebergehen darf ich jedoch hier nicht, wie van Helmont sich auch um einzelne Theile der Chemie, die mehr theoretischer Art sind, großes

Verdienst erworben hat; wie er nicht nur, wo sich ihm immer die Gelegenheit darbot, einzelne wichtige Wahrnehmungen machte, sondern wie er auch ein scharfer Beobachter war, wo es sich um zusammenhängende Betrachtungen handelte. So stellte er vorzüglich den Grundsatz auf und suchte ihn mit Thatsachen zu belegen, daß ein Stoff in alle möglichen Verbindungen eingehen kann, ohne damit seine eigenthümliche Natur zu verlieren, und daß er daraus mit allen seinen früheren Eigenschaften wieder abgeschieden werden kann (vergl. chemische Verbindung im II. Theil). Bis dahin, wo diese Wahrheit wenig erkannt worden, sah man meist das Ausscheiden eines Bestandtheils als Erzeugung einer neuen, vorher gar nicht dagewesenen Substanz an, und die Meisten erklärten noch zu van Helmont's Zeit die Entstehung des Kupfers, aus Vitriollösung in Berührung mit metallischem Eisen, für eine Metallverwandlung, für eine Erzeugung von Kupfer. Van Helmont trug viel dazu bei, der richtigern Ansicht Eingang zu verschaffen, daß nämlich kein Metall aus einer Auflösung ausgeschieden werden kann, was nicht schon darin enthalten ist. Um so mehr muß man sich wundern, daß er trotz dieser so richtigen Erkenntniß über die Unveränderlichkeit der metallischen Substanzen doch den Irrthümern der Alchemie, wie oben bereits angeführt wurde, anhängen konnte. — Van Helmont machte auch zuerst auf die Wichtigkeit aufmerksam, welche der Metallglanz für die chemische Betrachtung der Körper hat. Obgleich dieses Kennzeichen der Metalle schon seit den ältesten Zeiten beachtet worden war, war es doch noch zu van Helmont's Zeit von Interesse, zu untersuchen, unter welchen Bedingungen diese charakteristische Eigenschaft den Metallen zukommt. Er suchte zu zeigen, daß dieses Merkmal den Metallen nur eigen ist, so lange sie sich im regulinischen Zustande befinden; daß bei jeder chemischen Veränderung des Metalls (durch Verkalken, Verbinden mit Schwefel, oder Verwandeln in salzartige Verbindungen) der Metallglanz verloren geht, und daß die einzigen Verbindungen, wo er bleibt, die der Metalle unter sich sind. — Solche Bemerkungen kommen uns jetzt unbedeutend vor; sie waren es in der damaligen Zeit nicht, und bildeten die ersten Uebergänge zu Betrachtungen, welche eine größere Anzahl unter einander ähnlicher Erscheinungen umfaßten.

Van Helmont. Chemische Kenntnisse.

Was van Helmont vorzüglich als einen der hauptsächlichsten Repräsentanten des Zeitalters, in welchem er lebte, charakterisirt, ist die

Medicinisch-chemische Ansichten.

Van Helmont. Medicinisch-chemische Ansichten.

Anwendung, die er von seinen chemischen Kenntnissen auf die Physiologie, Pathologie und Therapie machte. Paracelsus Ansichten über die Erscheinungen im lebenden Organismus verglichen mehr diese mit chemischen Processen, als daß sie sie wirklich als chemische erwiesen hätten, da die von ihm als wirksam angenommenen Bestandtheile, welche er mit Salz, Schwefel und Quecksilber bezeichnete, nicht nachweisbar sind. Van Helmont sah wohl ein, daß mit der Annahme von Elementen, denen man willkürliche Eigenschaften beilegen kann, für die Erklärung der Lebensfunctionen nichts gewonnen wird, und obgleich ihn sonst die Frage nach den Grundstoffen der Körper, wie wir oben gesehen, lebhaft beschäftigte, versuchte er doch nicht, sie in Verbindung mit dem medicinisch-chemischen System zu bringen. Er begann vielmehr damit, seine Aufmerksamkeit auf die chemischen Eigenschaften der Flüssigkeiten im menschlichen Körper zu richten, die Elementarzusammensetzung derselben aber ganz unberücksichtigt zu lassen. Diejenigen chemischen Eigenschaften, die man damals aber für ausschließlich wichtig hielt, waren saure und alkalische Reaction. Mit der chemischen Wirksamkeit der sauren und alkalischen Säfte im Körper und sodann noch mit der Gährung stehen nun nach van Helmont die vorzüglichsten Functionen des Organismus in Verbindung. — Gährung ist nach seiner Ansicht die Ursache der Entstehung organischer Wesen aus ähnlichen schon vorhandenen, die Ursache der Fortpflanzung und Entwicklung; durch sie geschieht die Bildung der zur Ernährung dienlichen Säfte aus dem Blut. — Als Mittel, um eine solche Gährung behufs der Verdauung einzuleiten, ist im Magen Säure; diese Gährung wird weiter angeregt und unterstützt durch die thierische Wärme, aber Wärme ist dabei nicht das wesentlich Bedingende, denn in heftigen Fiebern hat die erhöhte Hitze keineswegs eine raschere und vollständigere Verdauung zur Folge. Die Säure, welche im Magen zuerst die Verdauung der Speisen einleitet, fehlt auch im gesunden Zustande nicht; ihr Uebertreten in die übrigen Organe wird dadurch gehindert, daß bei dem Weitercirculiren der verdauten Stoffe die saure Eigenschaft derselben durch die Alkalität der Galle, welche im Duodenum hinzutritt, neutralisirt wird. Nur im kranken Zustande kann die Säure im Magen so überhand nehmen, daß ihre Neutralisation durch die Galle nicht mehr möglich ist; sie erzeugt dann schon im Magen Uebelbefinden, saures Aufstoßen u. s. w.; geht sie im freien Zustande in andere Körpertheile über, so bringt sie je nach dem Ort, wo sie sich hinwirft, verschiedene Krankheiten hervor, in den Gedärmen

Van Helmont. Medicinisch-chemische Ansichten.

Bauchgrimmen, in den Säften überhaupt fressende Schärfe, in den Gelenken Podagra und Gicht, in der Lunge Entzündung u. s. w. Von Säure im Blutwasser kommen die Schmerzen des Seitenstichs; ebenso ist vorwaltende Säure Ursache des Brandes, der Eiterung, des Herzklopfens und in manchen Fällen des Fiebers. Fieber können aber auch unter andern von einer anfangenden Fäulniß des Blutes entstehen, und die bei der Fäulniß immer sich zeigende Wärme erklärt auch nach van Helmont die Fieberhitze. Jedoch bestritt er, daß Fäulniß je bei lebendigem Leibe zu vollem Ausbruche komme. — Gegen solche Krankheiten, welche von vorwaltender Säure herrühren, sind nach ihm chemisch entgegengesetzt wirkende, also laugensalzhaltige, Mittel angezeigt und von Nutzen.

Inzwischen betrachtet van Helmont noch die Verdauung nicht ausschließlich als einen chemischen Proceß. Dem Spiritualismus vielmehr sich hingebend (wie er denn viele Naturerscheinungen, Donner, Erdbeben, Regenbogen, als Stimme und Wirkung einzelner Geister ansieht), nimmt er auch noch im Menschen einen besondern geistigen Regenten an, den er Archeus nennt, wie dies bereits von Paracelsus aufgestellt worden war. Den Ansichten des letztern sich nähernd, stellte van Helmont die Thätigkeit des Archeus in Gegensatz zu der geistigen Thätigkeit, die sich in freier Willensäußerung kund thut; er begriff unter dem Archeus diejenigen Functionen, welche nicht von der Willkür des Menschen abhängen, sondern selbstständig stattfinden, wie z. B. die Verdauung. Der Archeus hat nach van Helmont seinen Sitz im Magen, und er leitet vorzüglich die Functionen dieses Organs; seine Wirksamkeit kann indeß unter Umständen sehr erhöht werden, wie z. B. der Genuß stark wirkender Substanzen in dem Magen bezeugt, wo fast die ganze geistige Thätigkeit des Menschen dem Archeus untergeordnet wird und ihre Selbstständigkeit bis zum Verschwinden geschwächt werden kann. Unthätigkeit des Archeus steht in Verbindung mit kaltem, zu stürmischer Einfluß desselben in Verbindung mit hitzigem Fieber. Affecte des Archeus, Schrecken, Zorn, Schwäche oder Leiden desselben, sind überhaupt die Ursachen der Krankheiten, und auch die abnorme Mischung von Säure und Laugensalz, welche, wie wir oben sahen, die näheren Bedingungen der Krankheiten sind, werden durch den Archeus veranlaßt, indem dieser einzelne Säfte im Uebermaß in die verschiedenen Organe sendet.

Die Lehre vom Tartarus, welche Paracelsus vorgetragen hatte,

Van Helmont. Medicinisch-chemische Ansichten.

verwarf van Helmont, weil nicht einzusehen sei, weßhalb ein freiwilliger Niederschlag oder eine Ausscheidung, wie sie Paracelsus angenommen hatte, eintreten soll. Er erklärte die Entstehung der Harnsteine durch eine regelwidrige Mischung der Säfte mit dem Harn, und verglich sie mit dem Gerinnen, welches bei Mischung eines starken spiritus urinae mit einem möglichst wasserfreien Weingeist eintritt. Es erhellt nicht deutlich aus van Helmont's Schriften, welche Säfte im Körper die Rollen dieser beiden Substanzen, namentlich die des Weingeistes, spielen sollen. Um dem Entstehen eines solches Niederschlags (welchen er Duelech nennt, um seine Lehre nicht durch den Namen Tartarus mit der des Paracelsus verwechseln zu lassen) entgegen zu wirken, empfahl van Helmont Säuren als zweckdienlich.

Van Helmont's therapeutische Vorschriften bezwecken zwar immer zunächst, auf den Archeus als die letzte Bedingung des Gesundheitszustandes einzuwirken, ihn zu besänftigen oder zu beleben u. s. w. Doch hat er auch für die Arzneibereitung nach chemischen Grundsätzen viel gethan, und ein von ihm verfaßtes pharmacopolium ac dispensatorium modernum enthält manches über die richtige Darstellung der Arzneien, und zugleich nützliche Belehrungen über die Unnöthigkeit oder selbst Schädlichkeit mehrerer damals noch üblichen Zusätze und umständlichen Verfertigungsweisen. Neben den chemischen Heilmitteln berücksichtigte er noch besonders die mehr dynamisch, seiner Meinung nach, auf den Archeus wirkenden, und ließ auch hier der Arzneimittellehre wichtige Fortschritte zukommen.

Im Vorhergehenden haben wir gesehen, wie van Helmont, seinen spiritualistischen Ansichten unbeschadet, in die Physiologie und Pathologie auch chemische Begriffe zu bringen suchte. Seine Lehren dienten zur Grundlage des bald noch entschiedner entwickelten iatrochemischen Systems, wonach alle Vorgänge, welche der Physiologie angehören, ebenso wie die Leistungen der Pathologie nur als Folgen chemischer Thätigkeit und als Anwendung chemischer Kenntnisse dargestellt wurden. Van Helmont trug viel dazu bei, die Vereinigung der Chemie mit der Heilkunde, auf welche schon Paracelsus hingearbeitet hatte, noch inniger werden zu lassen, und indem er als anerkannt geschickter Arzt auch die Aufmerksamkeit der Mediciner auf die Verbindung des chemischen Studiums mit dem medicinischen zog, welche es bisher kaum der Erwähnung werth gehalten hatten, ließ er viele Kräfte, die sich zunächst der Erweiterung der medicini-

schen Kenntniß widmeten, auch für die Ausbildung der chemischen thätig werden. Van Helmont.

Von van Helmont's Schriften kamen bei seinen Lebzeiten nur sehr wenige heraus; sein Sohn publicirte sie 1648 vollständig unter dem Titel: Schriften.

Ortus medicinae vel opera et opuscula omnia,

wovon auch französische, englische und deutsche Uebersetzungen erschienen.

In den Niederlanden und in Deutschland trat der größere Theil der ausgezeichneteren Aerzte den Ansichten van Helmont's bei, mit Einschränkungen, wie sie die noch immer herrschende, mehr oder minder große Vorliebe für das frühere System und das Streben, die neue Lehre damit in Einklang zu bringen, veranlaßte. In Frankreich war auch in dieser Zeit noch immer die freie Besprechung über wissenschaftliche Ansichten durch die einseitigen Ansichten mächtiger Corporationen gehemmt; in Spanien endlich fiel es den Aerzten am schwersten, sich von den althergebrachten Lehrsätzen der Galenischen und arabischen Schule loszureißen. Aber auch in diesen Ländern erwarb sich die neue Lehre immer mehr Anhänger, und namentlich wurde die Einführung der chemischen Arzneien, zugleich mit den Galenischen, in die Apotheken immer allgemeiner.

Je mehr sich die Beachtung der Aerzte dem medicinisch-chemischen System zuwandte, um so größer wurde auch die Anzahl derer, welche demselben nicht unbedingt beitretend, doch kein Bedenken trugen, das Gute, welches ihnen darin enthalten schien, öffentlich anzuerkennen, und die Frage genauer zu erörtern, welcher Einfluß der Chemie ihrem damaligen Zustande nach auf die Heilkunde eingeräumt werden dürfe. Insofern ein solches Streben die Stellung der Chemie zur Medicin nothwendig berichtigen mußte und unserer Wissenschaft also zur Förderung gereichte, verdienen die Männer, welche darin vorangingen, auch unsere Aufmerksamkeit, und unter ihnen ist vorzüglich Daniel Sennert zu nennen. Er war 1572 zu Sennert. Breslau geboren, studirte zu Wittenberg, Leipzig, Jena und Frankfurt an der Oder, wurde 1602 Professer der Medicin zu Wittenberg, und starb 1637. Wenige seiner Zeitgenossen haben sich so viel Mühe gegeben, und waren so durch den Ruf großer Gelehrsamkeit dabei unterstützt, den chemischen Arzneien Eingang zu verschaffen, ihre wahren Vorzüge hervorzuheben und die ihnen fälschlich zugeschriebenen zu widerlegen. Obgleich Sennert

Sennert. in vielen Stücken noch dem Paracelsus anhing und neben vielen sonstigen abergläubischen Ideen namentlich die alchemistischen Ansichten über Metallverwandlung und über die drei Grundstoffe der Körper, Schwefel, Salz und Quecksilber, mit diesem theilte, so hat er doch das Verdienst, viele irrige Lehrmeinungen des letztern, den Mißbrauch, den dieser mit der Chemie bei Anwendung auf medicinische Gegenstände trieb, die Geheimnißkrämerei mit Universalarzneien und andere Mißbräuche der neuen Lehre kräftig und mit Erfolg bestritten zu haben. Sennert suchte vorzüglich, die Zulässigkeit der chemischen Präparate als Arzneien auch denen, welche noch der Galenischen Schule huldigten, anschaulich zu machen, und eine Annäherung zwischen beiden Parteien zu vermitteln; er hob richtig als Prüfstein der neuen chemisch-medicinischen Theorie hervor, daß sie die Wahrheiten, welche die ältere Schule empirisch erkannt hatte, nicht wegwerfend vernachlässigen dürfe, sondern vielmehr den neueren Grundsätzen gemäß müsse erklären können.

Bald nach Sennert, gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, trat in Deutschland ein anderer Mann auf, dem wir eine ausführlichere Betrachtung schuldig sind. Es war dies Glauber, der sich zwar als Jatrochemiker keinen großen Namen gemacht hat, der aber dafür die eigentliche Chemie ebenso wohl mit praktischen Kenntnissen und neuen Erfahrungen, als mit der Einführung einzelner richtigen theoretischen Erklärungen bereichert hat.

Glauber.

Leben. Johann Rudolph Glauber war 1604 zu Karlsstadt in Franken geboren; über seine Lebensverhältnisse wissen wir nur wenig; er lebte lange in Deutschland bald hier bald da, und hielt sich namentlich längere Zeit zu Salzburg, dann zu Kitzingen in Baiern, dann zu Frankfurt am Main, und endlich zu Kölln auf. Von hier zog er nach Holland, wo er zu Amsterdam 1668 starb.

Allgemeiner Charakter. Glauber verband mit vielen Vorurtheilen, über die jedoch seiner Zeit noch sehr wenige nur sich hinwegzusetzen wußten, ein scharfes Beobachtungstalent; Geheimnißkrämerei, übertriebene Anpreisung seiner Entdeckungen, die hin und wieder in eitles Selbstlob übergeht, öftere Widersprüche finden sich indeß auch noch in seinen Schriften nicht selten. Andrerseits gab er über viele bis zu ihm noch unbekannte Thatsachen offene Auskunft, und

im Allgemeinen übertreffen seine Schriften an Deutlichkeit die der meisten seiner Vorgänger. Glauber.

An die Alchemie glaubte er in ihrem ganzen Umfang, doch scheint er nicht selbst sehr thätig an der Aufsuchung des Steins der Weisen gearbeitet zu haben. Er bekennt offen, daß es ihm noch nicht gelungen sei, die Veredlung der Metalle zu bewirken; und an einer andern Stelle sagt er, nur die Möglichkeit der Metallverwandlung suchte er zu beweisen, aber darum, sie zu bewirken, kümmere er sich nicht viel. Mehrere seiner Schriften, wie de tribus principiis metallorum, als dem Schwefel, Mercurio und Salz der Weisen (1666), de tribus lapidibus ignium secretorum (1667), de Elia Artista (1668), de igne secreto Philosophorum (1669) sind indeß ganz alchemistischen Inhalts; ebenso findet sich viel spagirisch-unverständliches in dem zweiten und dritten Theil seines Opus minerale und in seinem Miraculum mundi seu de Mercurio et Sale Philosophorum. — An die Existenz eines allgemeinen Auflösungmittels, des Alkahests, glaubte er, und rühmt seine Heilkraft in allen Krankheiten; seine Darstellungsart verschwieg er, »damit man sie nicht zu üppigem, hoffärtigem und gottlosem Leben, dem armen menschlichen Geschlecht zum Schaden und Nachtheil, gebrauche.« Auch von der großen Wirksamkeit des Goldes im trinkbaren Zustande gegen die meisten Uebel war er fest überzeugt. Seine medicinische Thätigkeit zeigte sich indeß mehr in der Anwendung von ihm neu entdeckter chemischer Präparate, als in der Auffassung allgemeiner Ansichten; er hing fest an Paracelsus' Meinungen, und theilte dessen ungestümen Haß gegen alle der ältern Schule noch ergebenen Aerzte. Alchemistische Meinungen.

In der Scheidekunst machte Glauber eine Menge bemerkenswerther Entdeckungen, mehr, als irgend ein Anderer seiner Zeit. Ich kann hier nur die wichtigeren anführen; die anderen sind in den folgenden Theilen bei den Gegenständen, auf welche sie Bezug haben, enthalten. Chemische Kenntnisse.

Er erwarb sich viele Verdienste um die Darstellung der Mineralsäuren. Die Salzsäure war bisher immer durch Destillation des Eisenvitriols mit Kochsalz, die Salpetersäure durch Destillation desselben Körpers mit Salpeter erhalten worden. Glauber erkannte, daß es die vorgängige Freiwerdung der Schwefelsäure aus dem Vitriol ist, welche die Austreibung der Säure aus Kochsalz oder Salpeter verursacht; er versuchte nun, unmittelbar die

Glauber. Chemische Kenntnisse.

Schwefelsäure auf diese Substanzen einwirken zu lassen und erhielt so die darin enthaltenen Säuren reiner und stärker, als irgend Einer vor ihm. Zugleich erhielt er auf diese Art die Salze, welche durch die Verbindung der Schwefelsäure mit den Alkalien im Kochsalz und Salpeter sich bilden. Das schwefelsaure Natron war es namentlich, welches seine Aufmerksamkeit auf sich zog, und dessen medicinische Wirksamkeit ihm so allgemein und bedeutend schien, daß er ihm den Namen sal mirabile beilegte. Noch mehrere andere Salze, z. B. schwefelsaures und salpetersaures Ammoniak, stellte Glauber zuerst dar; diese durch Vermischen von Säuren mit kohlensaurem Ammoniak.

Ebenso fruchtbar, wie in der Hervorbringung von Salzen, war Glauber in der Darstellung von Chlormetallen. Die wenigen Substanzen dieser Classe, welche man bis dahin gekannt hatte, waren meist durch Destillation von Sublimat mit Metallen erhalten worden; Glauber stellte deren mehrere dadurch dar, daß er ein Metall mit Vitriol und Kochsalz destillirte. So erhielt er außer den schon länger bekannten, dem butyrum antimonii und dem spiritus fumans Libavii, noch das ätzende Arsenikól und die Zinkbutter. — Nach der Bereitung mit Sublimat, welche früher angewandt worden war, hatte man geglaubt, daß in solchen Chlormetallen Quecksilber enthalten sei; Glauber zeigte, daß dieses nicht der Fall ist, und daß diese Substanzen vielmehr als Auflösungen von Metallen in Salzsäure zu betrachten sind, und auch direct auf diesem Wege dargestellt werden können.

Nicht nur hinsichtlich dieser Verbindungen hatte Glauber richtigere Ansichten als seine Vorgänger, sondern er legt überhaupt eine genauere Kenntniß über die Zusammensetzung der wichtigeren chemischen Präparate an den Tag. Er kannte die näheren Bestandtheile vieler Salze; theils durch die Art ihrer Synthese, wie er z. B. die Zusammensetzung der oben genannten Verbindungen und auch die des Eisen- und Kupfervitriols nachweisen konnte; theils selbst durch Analyse, die er z. B. auf Bestimmung der Bestandtheile des Salmiaks anwandte. In diesem unterschied er richtig die Säure als sal acidum von dem Ammoniak als sal volatile urinae und lehrte die Trennung beider von einander.

Auf welchen Umständen die Trennung der Bestandtheile einer Verbindung von einander beruht, wußte Glauber recht gut; er ist der erste, welcher eine allgemeiner durchgeführte Idee über die Wirkungen der Verwandtschaft hatte, wenn er auch für diese Kraft noch nicht diesen Namen

braucht. Er zeigte, daß die Zersetzung des Kochsalzes und Salpeters durch Schwefelsäure, die des Salmiaks durch Kalk oder Kali darauf beruht, daß der eine Bestandtheil zu dem Zersetzungsmittel eine größere Verwandtschaft hat (es liebt, und auch von ihm geliebt wird, wie sich Glauber ausdrückt). Selbst über den Vorgang der doppelten Wahlverwandtschaft hatte er eine deutliche Einsicht, und erläuterte ganz richtig, auf welche Art sich Schwefelantimon mit Sublimat zersetzt. In der besondern Betrachtung, wie sich die Ansichten über Zusammensetzung der chemischen Verbindungen und über Verwandtschaft entwickelten (im II. Theil), werde ich auf die hierhergehörigen Arbeiten Glauber's weitläuftiger zurückkommen.

Glauber. Chemische Kenntnisse.

Mannigfache andere einzelne Beobachtungen finden sich noch in Glauber's Schriften. So über die Farbenveränderung, welche die durch Zusammenschmelzen von Braunstein mit Salpeter zu erhaltende Masse nach ihrer Auflösung in Wasser zeigte; über die Destillation des Holzes, wo er die übergehende Essigsäure wahrnahm, die er nach seiner Versicherung zu allen den Zwecken schon anwenden konnte, wozu gewöhnlicher Essig dient; über die Auflösung von Metallen in Schwefelleber bei erhöhter Temperatur, und über viele andere Einzelnheiten, deren nähere Besprechung ich gleichfalls für die folgenden Theile verschieben muß.

Glauber war durch seine chemischen Kenntnisse in den Stand gesetzt, nicht nur einzelne Präparate neu, oder besser und reiner, darzustellen, sondern auch einzusehen, wie die meisten rohen Producte chemisch genutzt werden können. In der technologischen Chemie zeigte er sich überhaupt denkend und wohlbewandert. Um die Bereitung des Salpeters erwarb er sich Verdienste, indem er für die Fabrikation desselben im Großen mehrere Verfahrungsarten angab; ebenso um die Darstellung des Glases, dessen Zubereitung zu verschieden gefärbten Glasflüssen er deutlich beschrieb. Er lehrte verschiedene Beizen darstellen; für die Färberei lehrte er sowohl mineralische als vegetabilische Farbestoffe genauer kennen, und die letzteren durch Säuren oder Alkalien in verschiedener Weise nuanciren. Um die Darstellung des Essigs und des Branntweins, um die Scheidung und Nutzung der Erze machte er sich gleichermaßen verdient; schon er schlug vor, die edlen Metalle aus den Mineralien, welche sie erhalten, durch Aussaigern mit Blei zu gewinnen. Es schmerzte ihn, daß in Deutschland, welches an allen Materialien zur Darstellung solcher Producte Ueberfluß hat, zu seiner Zeit so wenig Sinn herrschte, im Lande selbst diese zu nützen; daß die

Glauber. Deutschen jener Zeit ihre rohen Grundstoffe wohlfeil in's Ausland verkauften, und die daraus bereiteten Erzeugnisse theuer wieder zurückbezogen. Ausführlich zeigte er, wie in Deutschland alle Bedingungen gegeben sind, daß die Einwohner ihren Bedürfnissen selbst genügen und noch mit Vortheil Schriften. das Ausland versehen können, in seinem Werke »Teutschlands Wohlfarth« in sechs Bänden mit einem besondern Anhange (1656 — 1661), und kommt auf denselben Gegenstand in seinem Opus minerale (1651) öfters zurück. Die Tendenz war eine sehr edle, und auch die Anleitungen zur Beförderung des Nationalwohlstandes durch technologische Benutzung aller natürlichen Hülfsmittel sind gewöhnlich recht zweckmäßig; öfters indeß tritt Glauber außer den Kreis, in welchem seine Kenntnisse nützen konnten, und fällt sogar manchmal in's Lächerliche, so z. B. wo er, im letzten Theile von Teutschlands Wohlfarth, seinem Vaterland guten Rath ertheilt, wie es sich gegen den Türken vertheidigen solle.

Seine hauptsächlichsten chemischen Beobachtungen finden sich sonst noch vorzüglich in folgenden Werken. Die furni novi philosophici, in fünf Theilen sammt Appendix (1648), handeln über verbesserte Constructionen der Oefen, über die Mittel, Destilliranstalten möglichst wohlfeil herzurichten, und über die meisten chemischen Operationen, zu welchen die Anwendung von Wärme nöthig ist. Sein Miraculum mundi (1653) in zwei Theilen, bespricht zunächst die Eigenschaften und die Anwendung eines allgemeinen Auflösungsmittels; zu diesem Werke kam noch eine Explicatio (1656) und eine Continuatio (1657) heraus. In den sieben Theilen der Pharmacopoea spagyrica (1654 — 1667), wozu er noch drei Anhänge (1667 und 1668) schrieb, lehrte er die Zubereitung von arzneilich wirkenden chemischen Präparaten. Von seinen übrigen Schriften (ihre Gesammtzahl beläuft sich über 40) nenne ich noch den tractatus de natura salium, worin auch das nach ihm benannte Glaubersalz beschrieben wird. Mehrere seiner Schriften sind polemischen Inhalts, indem Glauber heftige Widersprüche einiger neidischen Zeitgenossen zu erdulden hatte, welche er indeß meist siegreich beantwortete.

Glauber's Schriften sind, der lateinischen Titel ungeachtet, alle in deutscher Sprache geschrieben, von den meisten erschienen indeß gleichzeitig auch lateinische Ausgaben. Schon 1656 und 1661 erschienen Sammlungen seiner bis dahin erschienenen Werke, und 1715 noch eine etwas

abgekürzte Gesammtausgabe unter dem Titel Glauberus concentratus, welche nicht mit einem einzelnen gleichbenannten (außerdem auch noch den Titel Laboratorium Glauberianum führenden), 1668 von Glauber selbst noch herausgegebenen, Tractat zu verwechseln ist. Einzelne Schriften, und mehr oder weniger vollständige Sammlungen derselben, wurden auch in englischen und französischen Uebersetzungen in das Ausland verbreitet. Glauber.

Die Bereicherungen, welche Glauber der Wissenschaft angedeihen ließ, beziehen sich, wie aus dem Vorstehenden erhellt, hauptsächlich auf die Chemie im engern Sinne; doch ist auch er der leitenden Idee dieses Zeitalters, der medicinisch-chemischen, nicht fremdstehend, sofern er für die Einführung chemischer Präparate in den Arzneischatz besonders thätig war. Immer mehr verschwand auch die im Anfang dieses Zeitalters so grell hervortretende Abneigung gegen die arzneiliche Anwendung der chemischen Präparate; immer mehr wurde die Leichtigkeit ihrer Darstellung, die Sicherheit und Unveränderlichkeit ihrer Wirkungen anerkannt. Selbst diejenigen Aerzte, welche die Anwendung der Chemie zur Erklärung der Functionen im lebendigen Organismus stets noch hartnäckig bestritten, konnten nicht umhin, den chemischen Heilmitteln in dieser Beziehung Gerechtigkeit widerfahren zu lassen; auch sie trugen durch diese Anerkennung zur Verbreitung chemischer Kenntnisse unter den Aerzten und Pharmaceuten, zur Erweckung von Kräften, welche auf unsere Wissenschaft fördernd einwirkten, bei.

Als solche Männer, welche das Verhältniß der Chemie zur Medicin richtiger zu würdigen wußten, sind aus dieser Zeit hier besonders Thomas Bartholin und Hermann Conring zu nennen. Thomas Bartholin war gebürtig (1616) aus Kopenhagen, wirkte als Professor der Medicin an der dortigen Universität, und starb daselbst 1680. Ein ausgezeichnet fleißiger Sammler für Alles, was mit der Heilkunst in näherer oder entfernterer Berührung steht, war er zugleich von versöhnlichen Gesinnungen belebt, die entgegengesetztesten Parteien in der Medicin einander zu nähern, und das Wahre anzuerkennen und hervorzuheben, wo es sich auch finde. Die Chemie verdankt ihm keine unmittelbare Erweiterung ihrer Kenntnisse (doch ist auch für sie seine Wahrnehmung von Selbstentzündung bei lebendigem Leibe, ebenso wie seine Bemerkungen über das Leuchten faulender Fische, von Interesse), aber desto kräftiger sprach für ihre Wichtigkeit sein offenes Urtheil zu Gunsten der chemischen Arzneien, wenn er auch Bartholin.

ein abgesagter Gegner der Paracelsischen Ansichten war. Ganz ähnlich wirkte Hermann Conring (geboren zu Norden in Ostfriesland 1606, gestorben als Professor der Medicin zu Helmstädt 1681), einer jener wenigen Männer, welche bei der umfassendsten polyhistorischen Kenntniß doch noch in einzelnen Wissenschaften Bedeutendes geleistet haben. Auch dieser vergaß, bei seinen laut und heftig ausgesprochenen Angriffen auf die iatrochemischen Ansichten dieses Zeitalters, keineswegs, der Chemie die gebührende Anerkennung zu zollen und den Nutzen ihres Studiums hervorzuheben; aber er wollte, bei dem damaligen Zustande dieser Wissenschaft, ihren Einfluß nur auf Vervollkommnung der Pharmacie beschränkt, nicht aber auf Erklärung der physiologischen und pathologischen Erscheinungen ausgedehnt wissen.

Conring.

Die Zeit war indeß noch nicht gekommen, wo solche richtigere Begriffe allgemeine Aufnahme finden sollten; im Gegentheil fanden die iatrochemischen Ansichten noch einen Vertheidiger, welcher das System mit größerer Einseitigkeit und starrerer Consequenz durchführte, als dies von irgend einem seiner Vorgänger geschehen war. De le Boë Sylvius war der Mann, welcher nach den Vorarbeiten der bis hierher besprochenen Gelehrten, chemische Begriffe in die Erklärung medicinischer Erscheinungen einzuführen, ein Lehrgebäude aufrichtete, in welchem der Einfluß der Chemie auf die ganze Medicin ihren Culminationspunkt erreicht; in welchem die, damals noch so unmündige, Scheidekunst als Reformatorin in der gesammten Heilkunst, als die Führerin des Arztes in allen seinen Vorstellungen und Handlungen proclamirt wurde.

De le Boe Sylvius. Leben.

Franz de le Boë Sylvius war 1614 zu Hanau geboren. Er gehörte einer edlen holländischen Familie an, welche wegen der zu jener Zeit in den Niederlanden herrschenden Streitigkeiten ihr Vaterland verlassen und sich in Deutschland angesiedelt hatte. Sylvius erhielt seine wissenschaftliche Bildung zu Sedan und Leyden; an der letztern Universität begann er das Studium der Medicin, welches er zu Basel fortsetzte, wo er 1637 promovirte. Er widmete sich der Ausübung der Heilkunde zuerst zu Hanau, dann zu Leyden, und später längere Zeit hindurch zu Amsterdam. Hier erwarb er sich bald einen ausgezeichneten Ruhm als Arzt und Naturforscher; und 1658 wurde er als Professor der Medicin an die Universität nach Leyden berufen. Gleicher Ruhm erwuchs ihm hier als Lehrer; ein aus-

gezeichneter Kreis von Schülern aus allen Ländern umgab ihn, und bis zu seinem Tode, welcher 1672 erfolgte, blieb er die ausgezeichnetste Zierde der Leydener Hochschule. Sylvius.

Sylvius stand, was gelehrte Bildung und Wissenschaftlichkeit angeht, höher, als alle seine Vorgänger. Er hatte im Allgemeinen weniger das Absprechende, womit diese die Aufstellung ihrer Lehren kund thaten, er zeigte weniger die Verachtung, womit früher jedem Andersdenkenden begegnet wurde; besonders in der ersten Zeit seines Auftretens bewieß er Mäßigung durch Bescheidenheit in der Aufstellung und Vertheidigung seiner Grundsätze, und ermahnte, nicht der Autorität eines berühmten Namens blind zu vertrauen, sondern selbst zu prüfen und nur die Erfahrung als obersten Richter anzuerkennen. Aber so wie er in der Ueberzeugung von der Wahrheit seiner Ansichten sich befestigte, so wie sein Ansehen größer wurde und die Mehrzahl der ihn umgebenden Aerzte seinen Aussprüchen unbedingter huldigte, wurde er einseitiger und absprechender; seine Behauptungen wurden kühner, sein Auftreten bestimmter und oft sogar anmaßend, selbst da, wo die Richtigkeit seiner Ansichten kaum in der Erfahrung nachzuweisen war. Zuletzt erscheint in ihm ganz sein System mit seiner Persönlichkeit verschmolzen; seine Vertheidigungen auf die Angriffe, welche gegen das erstere gerichtet waren, zeugen davon, daß sie mehr durch Eigenliebe als durch den reinen Antrieb, der Wahrheit den Sieg zu bewahren, veranlaßt wurden. Allgemeiner Charakter.

Gehen wir zu der Darlegung über, inwiefern de le Boë Sylvius in der Geschichte der Chemie eine dauernde Stellung einnehmen wird. Betrachten wir seine Bemühungen um diese Wissenschaft, sowohl wie er auf die Stellung der Chemie zu anderen Wissenschaften einwirkte, als auch, inwiefern er sie an und für sich mit neuen Wahrnehmungen bereicherte. In ersterer Beziehung tritt sein Einfluß besonders hervor; man kann ihn als den Repräsentanten der medicinischen Chemie zur Zeit ihres Höhepunkts betrachten.

Sylvius' erstes Auftreten fällt in die letzten Lebensjahre van Helmont's; seine ganze wissenschaftliche Thätigkeit fällt noch in die Zeit, wo, namentlich in den Niederlanden, van Helmont's Einfluß auf die Stellung und Anwendung der Chemie, auf die Verschmelzung derselben mit der Medicin, der herrschende war. Auch in Sylvius thut sich noch der Medicinisch-chemische Ansichten.

Sylvius. Medicinisch-chemische Ansichten.

Nachklang dieses Einflusses kund; wir sehen von ihm hauptsächlich Ansichten aufgestellt und vertheidigt, welche schon durch van Helmont angedeutet oder ausgesprochen waren; wenn gleich Sylvius die Originalität dieser Ideen als sein geistiges Eigenthum in Anspruch nimmt. — Sylvius' System unterschied sich von dem van Helmont'schen hauptsächlich dadurch, daß in dem erstern alle spiritualistischen Kräfte in den physiologischen und pathologischen Erscheinungen geleugnet wurden; aber er folgte seinem Vorgänger, sofern er die Aenderungen in dem Gesundheitszustande als mit Aenderungen in den chemischen (sauren oder alkalischen) Eigenschaften der Säfte zusammenhängend betrachtete; eine Ansicht, welcher Sylvius sich so ausschließlich hingab, daß nach ihm Krankheiten nur abnorme chemische Processe sind, welche nur durch chemisch gegenwirkende Mittel bekämpft werden müssen.

Schon van Helmont hatte eine der hauptsächlichsten Functionen des menschlichen Organismus, die Verdauung, als die Folge einer Gährung bezeichnet; wenn er auch noch außerdem annahm, insofern der Proceß der Verdauung nicht von dem Willensvermögen des Menschen abhänge, werde sie durch eine eigenthümliche geistige Kraft, durch den Archeus, wie schon Paracelsus dieses supponirte geistige Wesen genannt hatte, regiert. Sylvius fand es nicht nothwendig, als Ursache der Verdauung noch eine geistige Kraft anzunehmen; er verwarf den Glauben an einen Archeus, und sah die Verdauung als einen nur chemischen Vorgang, wie van Helmont als eine Gährung, an. Als den Körper, welcher im Magen diese Gährung einleitet, betrachtete aber Sylvius nicht, wie sein Vorgänger, Säure, sondern er glaubte das Ferment im Speichel zu finden, der zwar, seiner Ansicht nach, auch im gesunden Zustande etwas Säure enthält, aber nicht freie, sondern an Alkali gebundene; nur bei Krankheiten könne im Speichel die Säure vorwalten.

Außer dem neutralen Stoff, dem Speichel, sind hauptsächlich noch zwei Flüssigkeiten im Körper, deren chemische Action von großer Wichtigkeit ist: der Saft der Pancreasdrüse, und der der Galle. Die Flüssigkeit der Pancreasdrüse ist im gesunden Zustande schwach säuerlicher, die der Galle alkalischer Natur (die Galle erzeugt sich aus dem Blut ebenfalls durch eine Art Gährung, wobei die bereits vorhandene Galle auf das noch unzersetzte Blut als Ferment einwirkt). In dem Zwölffingerdarm vermischen sich mit dem Brei der verdauten Speisen die Flüssigkeiten aus der Pancreas-

drüse und der Galle; es entsteht ein Aufbrausen, wobei sich aus dem Speisebrei der Milchsaft abscheidet. Waltet bei diesem Zusammentreffen die saure pancreatische Flüssigkeit abnorm vor, so entsteht ein Gefühl von Frost, wie denn Säuren überhaupt immer kühlend auf den Organismus wirken; waltet die alkalische Galle vor, ein Gefühl von Hitze. — Der gebildete Milchsaft, welcher säuerlicher Natur ist, wird mit dem Blut nach dem Herzen geführt, wo er mit anderm Blut zusammenkommt, welchem alkalische Galle beigemischt ist; es entsteht wieder ein Aufbrausen, mit Wärmeentwicklung, gerade wie bei der Vereinigung von Eisenfeile mit Schwefelsäure oder von Kalilauge mit Säuren; hieraus erklärt sich die Blutwärme.

Sylvius. Medicinisch-chemische Ansichten.

Aehnliche chemische Erklärungen giebt Sylvius für alle anderen physiologischen und pathologischen Erscheinungen. Das Blut wird zu Milch durch die Einwirkung einer besondern, in den Brustdrüsen sich findenden, schwachen Säure, wie überhaupt die Natur der Säuren die blutrothe Farbe in eine weiße umändern soll; die Lebensgeister (das Nervenfluidum) sollen im Gehirn durch eine wahre Destillation abgesondert werden. Selbst die Wirkung der narkotischen Mittel erklärt er in der Art, daß er das Nervenfluidum als eine dem Weingeist analoge Substanz betrachtet, und annimmt, wie dieser durch flüchtiges Laugensalz coagulirt werde, so jenes durch Opium; und mit dieser Coagulation werde seine Thätigkeit aufgehoben. — Vernünftiger war seine Ansicht, daß Athmen und Verbrennen analoge Erscheinungen seien.

Nach Sylvius ist es hauptsächlich das abnorme Vorwalten von Säure oder Laugensalz in den Säften, wodurch das Auftreten von Krankheiten bedingt wird. Uebermaß von Laugensalz im Körper ist z. B. Ursache der Pest, und Säuren, wie Essig, sind dagegen Heilmittel und Präservativ. Uebermaß von Säure hingegen verursacht manchmal Fieber, namentlich aber Keichhusten, Epilepsie oder Apoplexie, je nachdem sie besonders die Lungen, oder das Gehirn, oder das Rückenmark afficirt. Gegen alle diese Krankheiten sind besonders alkalische Mittel angezeigt, und Sylvius bediente sich alsdann hauptsächlich des flüchtigen Laugensalzes, des Hirschhorngeistes z. B., in Verbindung mit flüchtigen Oelen; ebenso wie er gegen Krankheiten, die von scharfer (zu alkalischer) Galle herrühren sollen, außer Essig auch verdünnte Salpetersäure zweckdienlich fand.

Das hier Gegebene mag genügen, zu zeigen, inwiefern Sylvius die Medicin als angewandte Chemie betrachtete; in welcher Art er seine

Sylvius. chemischen Kenntnisse benutzte, um alle physiologischen, pathologischen und therapeutischen Erscheinungen, welche er kannte, auf chemische Grundsätze zurückzuführen. Für die ausübende Heilkunst mußten die Folgerungen aus diesem unrichtigen, aller gesunden Grundlagen entbehrenden, System im höchsten Grade verderblich sein, aber für die Chemie konnte eine solche Verschmelzung mit der Medicin immer noch nur vortheilhaft einwirken; wenn auch die Erkenntniß einzelner chemischer Lehren, wie z. B. die über Säure und Laugensalz, bei der unbestimmten Auffassung und Anwendung dieser Begriffe in mancher Hinsicht zurückgehalten wurde, so war doch die fortdauernde Beschäftigung gelehrter Aerzte mit unserer Wissenschaft, wozu sich diese jetzt und noch lange hauptsächlich durch die Fragen über die Gültigkeit des iatrochemischen Systems angeregt fanden, auch für die Entdeckung chemischer Wahrheiten höchst fördernd.

Chemische Kenntnisse. Sylvius nützte aber auch noch in anderer Weise der Chemie; einmal durch Verbreitung praktischer Kenntnisse, sofern er die Anwendung einzelner chemischer Heilmittel, wie salpetersaures Silber, Zinkvitriol, Sublimat, Calomel und andere Quecksilbermittel, Spießglanzverbindungen u. s. w., häufiger werden ließ; sodann durch eigenthümliche Wahrnehmungen, welche zwar nicht zahlreich sind, aber doch einen mit der Chemie wohl vertrauten Gelehrten beurkunden.

Diese Wahrnehmungen sind meist mehr theoretischer Art, als unmittelbar auf eigenen Versuchen beruhend. So z. B. machte er auf den Unterschied aufmerksam, welcher zwischen Effervescenz und Gährung stattfindet; ihn — nicht unrichtig, aber auch nicht erschöpfend — dahin erläuternd, daß Gährung auf Zersetzung beruht, Aufbrausen hingegen von der Bildung einer neuen Verbindung begleitet wird. Und doch bedient er sich der Gährung als einer Annahme zur Erklärung der natürlichen Verrichtungen des Organismus in so arger Weise, daß er fast von keiner veränderten Mischung der Säfte spricht, ohne eine Gährung dabei zu finden. — Die Metallfällung schrieb er mit Recht einer größern Verwandtschaft des fällenden Metalls zur Säure zu, als die des bisher darin gelöſ'ten war. Doch glaubte er noch an die Möglichkeit der Metallverwandlung und die veredlende Kraft des Steins der Weisen. — Er zuerst wieß das Vorkommen des flüchtigen Laugensalzes in Pflanzen, namentlich im Löffelkraute, nach. Den Grundsätzen des folgenden Zeitalters näherte er sich bereits, indem er

den gemeinen Schwefel als aus Schwefelsäure und einem (verbrennlichen) Oel zusammengesetzt betrachtete. Sylvius.

Solche einzelne Bemerkungen, welche für die Geschichte der Chemie wichtig sind, finden sich in Sylvius' medicinischen Schriften zerstreut, denn keins seiner Werke hat die eigentliche Chemie zum nächsten und ausschließlichen Gegenstande. Namentlich nennenswerth, als diejenigen Bücher, welche über Sylvius als Jatrochemiker und Chemiker am ersten einen Begriff geben, sind einzelne Disputationen, z. B. de alimentorum fermentatione in ventriculo (1659), de chyli mutatione in sanguinem (1659), de respiratione usuque pulmonum (1660), de vasis lymphaticis ac lympha (1661), u. s. f. — Von einem größern Werke, Praxeos medicae idea nova in drei Theilen (1671 — 74) erschien nur der erste Theil zu seinen Lebzeiten; auch sein Methodus medendi in zwei Bänden kam erst nach seinem Tode heraus. Seine sämmtlichen Schriften wurden in mehreren Sammlungen zusammengefaßt, und diese noch im 18. Jahrhundert mehrmals neu aufgelegt. Schriften.

Unter de le Boë Sylvius hat das iatrochemische System seinen Höhepunkt erreicht. Allgemeiner Anerkennung erfreute es sich nie; lebhafte Angriffe auf dasselbe geschahen schon zu Sylvius' Lebzeiten von Frankreich aus; in Deutschland und den Niederlanden waren die Gegner desselben gleichfalls fortwährend thätig. Die Geschichte dieses Streits gehört indeß jetzt weniger in den Bereich unserer Untersuchung; die Angriffe drehen sich nicht mehr um denselben Gegenstand wie früher, wo arzneiliche Anwendung der chemischen Präparate mit Anerkennung des iatrochemischen Systems identisch erschien. Die Erfahrungen dieses Zeitalters bis hierher hatten der Chemie ein ehrenvolles Verhältniß zur Medicin unter allen Umständen gesichert, und die Nothwendigkeit scheidekünstlerischer Kenntnisse für die Aerzte überzeugend dargethan. Die Angriffe, welche nun auf das iatrochemische System erfolgten, die Widerlegung desselben, interessiren nur die Geschichte der Medicin; sie behandeln die Frage, ob die Flüssigkeiten im menschlichen Körper, als die hauptsächlich Action ausübenden Theile, vorzugsweise in der Physiologie und Pathologie zu berücksichtigen seien, oder ob die Structur der festen Organe ebensowohl Aufmerksamkeit verdiene. Hatten gleich die Anhänger des chemisch-medicinischen Systems auch die Kenntniß der Anatomie geför-

dert, so geschah dies doch immer nur nebenbei; bei der Erklärung aller Vorgänge im Organismus wurde den Säften der bei weitem größere Antheil daran zugeschrieben. Die Widerlegung des iatrochemischen Systems berührt die Chemie nur so weit, als diese zu entscheiden hat, ob die vagen Begriffe von Säure und Laugensalz, Effervescenz, Gährung u. s. w., welche im menschlichen Körper alle Vorgänge bewirken sollen, mit den in der eigentlichen Chemie unter diesen Namen verstandenen Körpern und Processen übereinstimmen, und ob sie sich wirklich nachweisen lassen. — Wir verfolgen hier die Discussion über die Unzulänglichkeit dieses Systems nicht weiter; nur von den Vertheidigern desselben, welche überhaupt in diesem Zeitalter zugleich als die Förderer der Chemie sich erweisen, haben wir noch einige hervorzuheben.

Tachenius.

Unter den Anhängern des Sylvius zeichnete sich durch unbegrenztes Vertrauen auf die Richtigkeit der Ansichten seines Lehrers, durch eifrige und nicht selten ungestüme Vertheidigung desselben, wie auch durch eigene bedeutende Kenntnisse in der Chemie keiner mehr aus, als Otto Tachenius. Im bürgerlichen Leben übel berüchtigt, erwarb sich Tachenius doch zu der damaligen Zeit einen großen wissenschaftlichen Ruf. Er war zu Herford in Westphalen gebürtig, und lernte in seiner Jugend die Apothekerkunst zu Lemgo. Von hier wegen Diebstahls fortgejagt, trieb er sich einige Zeit hindurch als Apothekergehülfe zu Kiel, Danzig, Königsberg und andern Städten umher. Da begann er an der Arzneikunde Gefallen zu finden; er wandte sich 1644 nach Italien, wo er zu Padua studirte und sich den Doctorsgrad erwarb. Sein späteres Leben brachte er meist in Venedig zu, viel Unfug mit Geheimmitteln treibend, und in stetem Streit mit seinen Zeitgenossen.

Medicinisch-chemische Ansichten.

In der Beweisführung für die Zuverlässigkeit des iatrochemischen Systems unterscheidet er sich dadurch von den anderen Anhängern desselben, daß er nicht wie diese alle älteren Aerzte als unbedeutend verwarf und den richtigen Weg der Medicin erst durch Paracelsus und van Helmont eröffnet glaubte, sondern vielmehr nachweisen zu können meinte, daß bereits Hippocrates und Galen denselben Ansichten gehuldigt und nur sich anderer Ausdrücke bedient hätten. Indem er unter der Bezeichnung Feuer in den Schriften dieser älteren Aerzte Säure, unter Wasser hingegen Al-

kali versteht, findet er das ganze iatrochemische System bereits bei Hippocrates vollständig entwickelt. Tachenius.

Selbstständiger als in der Medicin, wo er nur die Behauptungen seiner Vorgänger verfocht, zeigte sich Tachenius in der Chemie, die ihm viele schätzbare Wahrnehmungen verdankt. Seine Beobachtungen stehen meist alle sehr vereinzelt da; weniger nur will ich hier schon gedenken. — Ueber die Alchemie war er aufgeklärter als die meisten seiner Zeitgenossen, und deckte viele Betrügereien auf, unter deren Deckmantel einzelne scheinbare Metallverwandlungen gläubige Zeugen gefunden hatten. Er war ein eifriger Anhänger der von van Helmont aufgestellten Ansicht, daß ein allgemeines Auflösungsmittel, das Alkahest, existire. Er glaubte es in dem Destillat des Grünspans zu finden, und diese, ihm eigenthümliche, Darstellung eines, wenn auch nicht vollkommen reinen, doch möglichst starken Essigs blieb lange Zeit als vorzüglich anerkannt. Viele Salze als Verbindungen von Säuren mit Alkalien, und die Art ihrer näheren Bestandtheile kannte er genau. Bei ihm finden wir eine der ersten annähernd richtigen quantitativen Angaben in der Chemie, daß nämlich Blei, zu Mennige gebrannt, um $^1/_{10}$ seines Gewichts zunimmt. Für die analytische Chemie machte er gleichfalls einige werthvolle Bemerkungen; er zeigte, daß ein Unterschied in der Farbe statthat, je nachdem man Sublimatlösung mit fixem oder mit flüchtigem Laugensalz fällt; er lehrte die Galläpfeltinctur als Reagens auch für andere Metalle als Eisen anwenden, und die Farbe des Niederschlags als Unterscheidungskennzeichen benutzen. Chemische Kenntnisse.

Von Tachenius' Schriften führe ich hier nur die an, in welchen seine chemischen Wahrnehmungen sich zerstreut finden. Die meisten hiervon stehen in seinem Hippocrates chymicus, welcher zuerst 1666 im Druck erschien; einiges hierher gehörige enthält auch sein tractatus de morborum principe, zuerst 1668 gedruckt. Schriften.

Wenig Berücksichtigung nur verdienen hier für uns die noch an Tachenius sich anschließenden Jatrochemiker, da ihre Ansichten, wenn auch noch in chemische Ausdrücke eingekleidet, sich immer mehr davon entfernen, wirklich den Zustand der chemischen Kenntnisse ihrer Zeit zu bezeichnen. Wir finden dies z. B. für den berühmten englischen Arzt Thomas Willis (geboren 1621 in der Grafschaft Wiltshire, gestorben 1675 zu London), einen der kräftigsten Vertheidiger des Sylvius'schen Systems, der mit Willis.

Willis. der Ueberzeugung von der Richtigkeit dieses auch noch den Glauben an die Paracelsischen Urstoffe, Salz, Schwefel und Quecksilber (bei ihm als spiritus bezeichnet) verband. Willis trug bei aller seiner Anhänglichkeit an das iatrochemische System doch zum Sturz desselben wesentlich bei, durch Förderung des anatomischen Studiums, wie denn ihm die ersten Untersuchungen der feineren Anatomie, namentlich über die Nerven, verdankt werden.

Verfall des Iatrochemischen Systems. Das iatrochemische System untergrub sich sein Fundament, indem es alle Vorgänge im menschlichen Körper erklären wollte. Die Einseitigkeit, womit dies geschah, mußte jeden Unbefangenen gegen die immer unnatürlicher werdenden Auslegungen einnehmen, welche die Iatrochemiker allen vitalen Verrichtungen unterlegten. So sah Willis alle Krankheiten als die Folge widernatürlicher Gährungen an, unter welchem Namen er Alles zusammenwirft, was sich irgend bei dem Vermischen zweier Flüssigkeiten ereignen kann; und seiner Ansicht nach ist der Arzt mit einem denkenden Weinhändler zu vergleichen, der bloß darauf zu sehen hat, daß die nöthigen Gährungen regelmäßig erfolgen. — Hätten sich die Iatrochemiker damit begnügt, einzelne Functionen des Organismus auf chemische Processe zurückführen, oder sie damit erläuternd vergleichen zu wollen — wie z. B. das Athmen mit dem Verbrennen — so würde ihr System vielleicht länger sich erhalten haben, und ihre Bemühungen für die Medicin weniger schädlich und für die Chemie wohl noch fruchtbringender gewesen sein. So aber waren die chemischen Erklärungen, welche man in der Medicin zu geben versuchte, allmälig zu weit von der Betrachtungsweise abgewichen, die nach und nach, größtentheils durch die Bemühungen der medicinischen Chemiker selbst, in der Chemie sich zu befestigen anfing: nämlich die Erfahrung, das Experiment, zur Grundlage und zum Prüfstein jeder Theorie zu machen. Die Chemie hatte jetzt schon einen solchen Schatz erfahrungsmäßiger Kenntnisse gewonnen, wo jede Einzelnheit durch untrügliche Beobachtungen bestimmt nachweisbar war, daß sie unmöglich länger Erklärungen als chemische dulden konnte, welche in der Erfahrung auch nicht die geringste Stütze fanden. Solche Erklärungen aber gab das System der Iatrochemiker, mit seinen Annahmen von Säure und Laugensalz in allen Theilen des Körpers, von starken und schwachen, von freien und von verlarvten Säuren, ohne daß man je erfuhr, welche Säure denn gemeint sei, und wie ihre Existenz dar-

Verfall des iatrochemischen Systems.

gelegt wäre; mit seinen Annahmen über Gährung, die, nach der Willkür des Jatrochemikers, bald hier bald dort stattfinden und die entgegengesetztesten Erfolge hervorbringen kann. Bisher war die Chemie immer nur ein Werkzeug gewesen, welches die Vertheidiger des iatrochemischen Systems zu handhaben verstanden; aber sowie Männer auftraten, welche sich davon lossagten, die Chemie allein aus dem medicinischen Gesichtspunkte anzusehen, — welche die Chemie als selbstständige Wissenschaft zu behandeln, und sich ihrer selbst als eines unparteiischen Prüfungsmittels für die Richtigkeit hinsichtlich der Anwendung chemischer Ausdrücke in anderen Wissenschaften zu bedienen wußten: so mußte sogleich das iatrochemische System fallen, dieses System, welches im Allgemeinen nur supponirte Stoffe agiren ließ, für die es aus der Chemie die Beilegung der Namen und einiger allgemeinen Eigenschaften entlehnt hatte. — Mit dem Sturz des iatrochemischen Systems aber mußte auch die ganze Chemie eine andere Gestalt gewinnen; an die Stelle der medicinisch-chemischen Tendenz, welche das eben noch in Rede stehende Zeitalter beherrscht hat, tritt diejenige Richtung, welche die Unzulässigkeit dieser bisherigen Tendenz darlegen kann. Die Chemie hört auf, nur in Bezug auf Medicin Bedeutung zu haben; sie war in diesem Zeitalter nur ein Theil der Medicin, und zwar der, von welchem man die unmittelbarste Lösung der Aufgabe der Medicin, Heilung der Krankheiten, erwartete; — die Chemie trennt sich jetzt von der Medicin, und erhebt sich zu dem Range einer selbstständigen Wissenschaft.

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

Diese Aenderung in der Gesammtrichtung der Chemie war mit hervorgerufen durch den Geist, welcher in dem Anfange des 17. Jahrhunderts alle Naturwissenschaften zu durchdringen beginnt. Auffindung der Wahrheit, aus reinem Interesse an derselben, ist das Ziel, welches wir in dieser Zeit mehr in's Auge gefaßt sehen als je früher, wo naturwissenschaftliche Arbeiten stets, wenn auch indirect, die Förderung materiellerer Bedürfnisse bezweckten. Der Zeitgeist, welcher sich für die Astronomie und die Physik in Keppler (geb. 1571, gest. 1630), in Galilei (geb. 1564, gest. 1642), in Toricelli (gest. 1647), und vielen Anderen kund thut, dringt auch in die Chemie ein. Wie das Bedürfniß der Zeitbestimmung der Astronomie vorgearbeitet und Beobachtungen veranlaßt hat, an welchen sich dann der eigentlich wissenschaftliche Sinn, das Streben die Wahrheit zu erkennen, üben konnte; wie das Bedürfniß mannigfacher mechanischer Einrichtungen

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

der Physik Anlaß bot, in gleichem Sinne bebaut zu werden, so werden auch die durch die Alchemie, durch die Jatrochemie veranlaßten chemischen Wahrnehmungen die Anhaltspunkte eines höhern Strebens. Erkannt war schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts der einzige richtige Weg, auf welchem in Erfahrungswissenschaften Auffindung der Wahrheit zu erreichen ist; ausgesprochen war er durch den unsterblichen Franz Bacon von Verulam (geb. 1561 zu London, Großkanzler von England 1619, gest. 1626). Richtige Würdigung der Erfahrung wurde durch diesen Gelehrten hauptsächlich hervorgehoben; er zeigte, wie Beobachtungen und Versuche festern Grund zu einem wissenschaftlichen Gebäude abgeben, als bloße Schlüsse aus allgemeinen Principien. Er hauptsächlich trug zu der Verbreitung der Wahrheit bei, daß in allen Erfahrungswissenschaften Erkenntniß der richtigen Ansicht nur durch fortgesetzte Generalisirung möglich ist, die von den sorgfältigst constatirten Einzelnheiten ausgehend keinen Schritt vorwärts thun darf, ohne die Sicherheit ihres Gangs durch zahlreiche Erfahrungsgründe nachweisen zu können; daß nur auf diese Art allgemeine Gesetze gefunden werden können, deren Wahrheit sich daran erprobt, daß sie wieder umgekehrt die kleinsten Einzelnheiten jeder richtigen Beobachtung in sich fassen.

Auf die Chemie diese Betrachtungsweise anzuwenden, versuchte man erst etwas später, als für die verwandten physikalischen Wissenschaften, und längere Zeit noch wurde das richtige Princip in der Auffassung und Deutung der chemischen Thatsachen durch starres Festhalten einmal vorgefaßter Ansichten entstellt. Aber doch hatte sich schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts eine Summe von chemischen Kenntnissen angesammelt, welche einer selbstständigen Zusammenfassung fähig war und dazu aufforderte. Ueber einzelne Körperklassen namentlich waren viele Thatsachen festgestellt, welche einer Erklärung harrten. Vieles war bereits über die Metalle bekannt; die drei hauptsächlichsten Mineralsäuren waren entdeckt und viele ihrer Verbindungen mit den Alkalien zu Salzen. Die Frage über die Elemente der Körper war zweifelhafter als je, und drängte zur Entscheidung um so mehr, je geflissentlicher sie von den letzten Jatrochemikern im Allgemeinen bei Seite geschoben und mit der über die wirksamen näheren Bestandtheile vertauscht worden war. Ueber die Einwirkung des Feuers auf verbrennliche Materien im Allgemeinen, auf organische Stoffe und namentlich die Metalle, lagen Beobachtungen vor, zahlreich genug, um zu weiterer Untersuchung und Zusammenfassung der analogen Erscheinungen in Einer Erklärung zu ver-

anlassen. Auch diesem Anlaß gab der rein wissenschaftliche Geist, welcher so viele Männer des 17. Jahrhunderts beseelte, willige Folge; wir sehen für die Chemie ein neues Zeitalter anbrechen, wo sie selbstständig die Erforschung der Zusammensetzung und Zerlegung aller Stoffe, und die Ausmittelung der damit verbundenen Erscheinungen sich zur Aufgabe setzt. Zu der Betrachtung dieses neuen Zeitalters wollen wir nun übergehen.

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

IV. Zeitalter.

Zeitalter der phlogistischen Theorie.

Dauer.

Mit dem Umsturze des medicinisch-chemischen Systems schlägt die Chemie eine neue Richtung ein; wir datiren mit dieser Veränderung der Richtung ein neues Zeitalter, welches wir als das der phlogistischen Theorie bezeichnen. Es erstreckt sich von der Mitte des 17. bis zu dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts; von der selbstständigen Behandlung der Chemie durch Boyle bis zu der Widerlegung der phlogistischen Theorie durch Lavoisier.

Charakteristik. Selbstständiges Auftreten der Chemie.

Es ist wieder die Gesammtrichtung der chemischen Forschung, deren Eigenthümlichkeit das jetzt zu betrachtende Zeitalter von dem vorhergehenden unterscheidet. Die Chemie kommt jetzt zum Bewußtsein ihres wahren Zwecks; sie tritt als eine selbstständige Disciplin in die Reihe der Naturwissenschaften. Dieses selbstständige Auftreten unterscheidet das neue Zeitalter, und alle folgenden, von dem zunächst vorhergehenden, und allen früheren; es bildet einen Hauptabschnitt in der Entwicklung der Chemie; es leitet die neuere Geschichte dieser Wissenschaft ein. — Die Chemie war keine selbstständige Naturwissenschaft, als sie nur von den Alchemisten betrieben wurde, denn diese verbanden mit der Ausübung chemischer Operationen nicht den Zweck der Naturforschung, sondern den der Goldmacherei; sie war keine selbstständige Naturwissenschaft, als sich die Jatrochemiker ihrer bemächtigt hatten, denn die Forschungen dieser hatten jederzeit mehr zum Zwecke, Resultate für die Medicin zu gewinnen, als chemische Wahrheiten an und für sich zu constatiren. Fast alle Erweiterung der Kenntnisse, welche die Chemie den Alchemisten und besonders den Jatrochemikern zu verdanken hat, war eine gewissermaßen nur gelegentlich gewonnene. Mit dem Kapital an Kenntnissen, welches sich für die wissenschaftliche Chemie in ihrem Dienste unter den Alchemisten und den Jatrochemikern angehäuft hat, emancipirt sich nun unsere Wissenschaft und fördert selbstständig die Auffindung von Naturwahrheiten, nicht mehr sofortige einseitige Anwendung des neu Erkannten im Auge habend.

Erkenntniß der chemischen Wahrheiten als letzter Zweck der Chemie.

Die Aufgabe, welche die Chemie von dieser Zeit an verfolgt, ist die Erkenntniß der Zusammensetzung und Zerlegung der Körper; die Erforschung der Erscheinungen, mit welchen Zusammensetzung und Zerlegung vor sich gehen, der Gesetze, nach welchen diese Vorgänge eintreten; die Bestimmung, inwiefern die chemischen Eigenschaften von der Zusammensetzung abhängig sind.

Für alle diese Fragen finden wir bereits in dem vorliegenden Zeitalter Versuche zur Beantwortung, und zwar werden sie in ihm zuerst ohne die Nebenabsicht, sie sogleich anderweitig anzuwenden, zu beantworten gesucht; die Lösung dieser Aufgaben wird dem Chemiker als letztes Ziel gestellt, ohne daß ihre Bearbeitung nur als ein Theil des Strebens einer andern Wissenschaft als der Chemie angesehen wird. Die Ausbildung der Chemie an und für sich ist jetzt der Zweck ihrer Arbeiten für die Gelehrten, welche diese Wissenschaft von nun an repräsentiren.

So steht durch die selbstständige Richtung der Chemie das neue Zeitalter genügend von dem vorhergehenden gesondert da. Der Gegensatz zu dem folgenden Zeitalter läßt sich nicht mehr in der Tendenz aufsuchen, denn diese bleibt von nun an stets dieselbe. — Von dem folgenden Zeitalter unterscheidet sich das jetzt zu besprechende, bei gleicher Richtung, in der Methode, dem erkannten Zwecke Genüge zu leisten, und seine Untersuchungsmethode concentrirt sich namentlich in Einem Resultat derselben, der theoretischen Auffassung über den Verbrennungsproceß, in der phlogistischen Theorie, welche, als die hauptsächlichste dieses Zeitalters und die am meisten zur Unterscheidung von dem folgenden geeignete, uns für ersteres den Namen giebt.

Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

Der Gedankengang, welcher alle Arbeiten aus dem Zeitalter der phlogistischen Theorie charakterisirt, ist auf Erklärung der qualitativen Erscheinungen gerichtet. Die Chemiker dieses Zeitalters fassen die Ansicht auf, daß ähnliche Erscheinungen von ähnlichen Ursachen bewirkt werden müssen; sie suchen die hervorstechendsten Eigenschaften der verschiedenen Körper durch die Annahme von chemischen Elementen zu erklären; bei Körpern, welche eine und dieselbe wichtigste Eigenschaft wahrnehmen lassen, glauben sie dieses Gemeinsame der Qualität dem gemeinsamen Gehalt an einem und demselben Bestandtheil zuschreiben zu müssen. Den Chemikern dieses Zeitalters war es vorbehalten, in solch allgemeinerer Art aus Beobachtungen theoretische Schlüsse zu ziehen, und umfassendere Ideen in die Chemie zu bringen.

Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

Aber ihre Untersuchungsart war eine einseitige, da sie mit einer Erklärung der chemischen Processe in qualitativer Beziehung allen Anforderungen Genüge zu leisten glaubten.

Die Veränderung der Körper durch Einwirkung chemischer Agentien wird in diesem Zeitalter fast nur der Qualität nach beobachtet, und Erklärungen werden nur in Beziehung hierauf zu geben gesucht; nicht von Belang erscheint es, festzustellen, inwiefern quantitative Verhältnisse mit in's Spiel kommen, ob mit der Veränderung der Qualität eine Ab- oder Zunahme des Gewichts statthat, und worauf diese zu schieben ist; wenigstens erscheint die Betrachtung der Gewichtsverhältnisse nie während dieses Zeitalters für die Zulässigkeit einer Theorie entscheidend; die charakteristische Theorie dieser Periode konnte allein aufgestellt und anerkannt werden, so lange man der Beachtung der Quantitätsverhältnisse keinen entscheidenden Einfluß zugestand. — Mit einer schärfern Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse erscheint auch sogleich ein neues Zeitalter für die Chemie vorbereitet; und die Untersuchungsart, nur den qualitativen Erscheinungen Beachtung zu schenken, mag somit als für das jetzt zu besprechende Zeitalter besonders charakteristisch hervorgehoben werden.

Phlogistische Theorie.

Es zeigt sich diese Art der Auffassung chemischer Vorgänge besonders deutlich in der Ansicht, welche innerhalb dieses Zeitalters über den Verbrennungsproceß aufgestellt und vertheidigt wird. Diese Theorie werde ich in einem der folgenden Theile unter dem Abschnitt Verbrennung noch genauer in ihrer historischen Entwicklung zu betrachten haben, und führe von ihr hier nur so viel an, als zu einem deutlichen Verständniß dieses Zeitalters nothwendig ist.

Der phlogistischen Theorie soviel Wichtigkeit beizulegen, daß wir sie als eins der ausgezeichneteren Merkmale dieses Zeitalters in die Charakteristik aufnehmen und von ihr sogar den Namen desselben entlehnen, rechtfertigt sich übrigens genügend dadurch, daß alle bedeutenderen Chemiker dieser Periode an der Verbreitung, Begründung und Vertheidigung derselben Antheil haben und daß ihre Widerlegung nur durch eine Umgestaltung der ganzen chemischen Untersuchungsweise herbeigeführt werden kann.

Vorbereitung.

Bereits in dem Zeitalter der Alchemie sahen wir in den Metallen einen hypothetischen Grundstoff, den Schwefel, angenommen, als Princip der Veränderlichkeit durch Feuer im Allgemeinen. Wenn auch diese Ansicht

in dem darauf zunächst folgenden Zeitalter nicht mehr allgemein beibehalten wird, so blickt doch durch die Aeußerungen der meisten Chemiker desselben die Meinung durch, daß die verbrennlichen Körper ein verbrennliches Princip enthalten. Ebenso unbestritten ist immer die uralte Ansicht, daß Verbrennung eine Zerstörung, also eine Zerlegung sei, daß bei der Verbrennung aus dem verbrennlichen Körper sich etwas ausscheidet, was uns als Flamme erscheint. Sonach lag es nahe, den Rückstand von der Verbrennung als den andern Bestandtheil des verbrennlichen Körpers zu betrachten; in der That sahen wir bereits von Sylvius die Schwefelsäure, das Erzeugniß der Verbrennung des Schwefels, als schon in diesem Körper befindlich angenommen, als ein Educt betrachtet.

Vorbereitung der phlogistischen Theorie.

Aber in diesen einzelnen Aeußerungen können wir noch keineswegs die Aufstellung einer umfassenderen Theorie des Verbrennungsprocesses erblicken, und selbst in der ersten Zeit des Zeitalters, welchem diese Theorie den Namen giebt, ist sie keineswegs vollständig ausgesprochen. Es thut dieser Umstand der Begründung und Definirung dieses neuen Zeitalters keinen Eintrag, denn nicht in ihm ist der Unterschied gegen das vorhergehende begründet; den Beginn eines Zeitalters trennt fast stets ein anderes Argument von dem vorhergehenden, als durch welches das Ende desselben von dem folgenden getrennt wird. So auch liegt der Gegensatz des Zeitalters der phlogistischen Theorie zu dem der medicinischen Theorie nicht in einer Verschiedenheit der Ansicht über den Verbrennungsproceß, sondern in der Verschiedenheit der Gesammtrichtung der Chemiker. Nicht also darf man gleich im Anfang des Zeitalters der phlogistischen Theorie als Beweis des Eingetretenseins desselben eine deutlich ausgesprochene Ansicht über die Verbrennung voraussetzen und verlangen; es wird diese erst später zu dem Mittelpunkt der Ansichten der das Zeitalter repräsentirenden Chemiker.

Bei mehreren Chemikern aus dem Anfange des neuen Zeitalters finden wir die Ansicht über das Wesen der Verbrennung nur wenig über die aus der vorigen Periode überkommenen Aeußerungen erweitert; doch stimmen alle darin überein, den Rückstand einer Verbrennung als einen Bestandtheil des verbrannten Körpers anzusehen, und namentlich hält man allgemein die durch Verbrennung des Schwefels entstehende Säure für einen Bestandtheil dieser Substanz, wie Boyle, der erste Chemiker dieses Zeitalters, berichtet, welcher diese Meinung ebenfalls für wahrscheinlich, wenn auch nicht für erwiesen, ansieht. Gleichzeitig wird von Kunkel, einem andern der berühmtesten Chemiker der damaligen Zeit, diese Erklärung als eine

Phlogistische Theorie. ausgemachte Wahrheit hingestellt. Viel umfassender indeß faßte Becher die Erklärung dieses Vorgangs auf; er betrachtete die Verkalkung der Metalle als eine der Säuerung des Schwefels analoge Erscheinung, und nahm auch in den ersteren ein verbrennliches Princip, seine brennbare Erde, an.

Begründung. Noch weiter ausgeführt wird nun diese Theorie durch Stahl, und in einer Vollendung hingestellt, wie sie nach dem damaligen Zustande der Kenntnisse nicht genügender verlangt werden kann. Stahl faßt die Veränderung aller Körper durch Feuer, der organischen wie der Metalle und aller, die überhaupt verbrennlich sind, als eine und dieselbe Erscheinung zusammen; er leitete die gemeinsame Eigenschaft von Einem gemeinsamen Bestandtheile aller verbrennlichen Körper, den er Phlogiston nannte, ab. Je anhaltender und heftiger eine Substanz die Verbrennungserscheinung zeigt, um so reicher ist sie an Phlogiston; so enthält die Kohle vorzüglich viel von diesem Stoff. Das Phlogiston ist nach Stahl in Schwefel und Phosphor wie in den Metallen enthalten; Austreiben des Phlogistons ist Verbrennung, und läßt erkennen, welches die anderen Bestandtheile eines Körpers sind; die Erfahrung zeigt uns so, daß in Schwefel und Phosphor eine Säure, in den Metallen kalkige Körper (Oxyde) mit dem Phlogiston verbunden sind. Werden diese Säuren oder diese Metallkalke mit einem an Phlogiston reichen Stoff erhitzt, so tritt das Phlogiston von dem letztern an erstere, es entsteht wieder die Verbindung der Säure des Schwefels oder Phosphors, oder des Metallkalkes mit Phlogiston, es entsteht wieder Schwefel oder Phosphor oder ein reguliniſches Metall.

Dies ist das Wesentlichste der Phlogistontheorie, soweit sie von Stahl entwickelt wurde. Die Existenz des Phlogistons wird von ihm nur indirect bewiesen; sie wird supponirt, aber die Annahme wird nicht dadurch zu unterstützen gesucht, daß man diesen Stoff im isolirten Zustande darzustellen sucht. Die Theorie erhielt einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit nur dadurch, daß bis zu Stahl's Zeit und lange nachher keine andere aufgestellt wurde, welche die verschiedenartigsten Beobachtungen so einfach und scheinbar naturgemäß zu erklären vermocht hatte. Das Phlogiston ist in Stahl's Lehre eine hypothetische Substanz, aber eine solche, deren Existenz dessenungeachtet so unzweifelhaft ist, daß zum Beweis die isolirte Darstellung derselben kaum nöthig erscheint. — War die Existenz eines solchen Körpers einmal angenommen, und doch seine Wirkungen nur indirect wahrnehmbar, so lag es nahe, auch andere Eigenschaften der Körper, als

nur die Verbrennlichkeit, von dem Vorhandensein desselben und dem relativen Gehalt an ihm abzuleiten. So dachte sich schon Stahl die Farbe und selbst mehrere chemische Eigenthümlichkeiten der Körper, Auflöslichkeit in Säure u. s. w. abhängig von der Menge des in einer Substanz enthaltenen Phlogistons, und seine Nachfolger dehnten diese Hypothesen auf das mannichfaltigste aus. Phlogistische Theorie.

Die nächsten Nachfolger Stahl's machten ebenso wenig wie dieser den Versuch, das Phlogiston im isolirten Zustande darzustellen, oder seine Identität mit einem andern der Chemie angehörigen Stoff darzuthun. Bei den späteren Chemikern dieses Zeitalters werden indeß andere bestimmte Substanzen für Phlogiston ausgegeben. So ließen einige das Phlogiston mit dem Lichtstoff identisch sein, weil sich dieser bei der Verbrennung erzeugt, ihrer Meinung nach abscheidet. Anderswo wird die im Berlinerblau enthaltene färbende Substanz für reines Phlogiston gehalten. Wir übergehen hier diese Ansichten, deren Beweis nur in der Unmöglichkeit bestand, zu der damaligen Zeit directe Entscheidung durch Versuche zu erhalten. Wichtiger ist die Meinung, welche sich zu Ende dieses Zeitalters geltend macht, daß nämlich das Phlogiston identisch sei mit Wasserstoffgas; es gewinnt hier die Phlogistontheorie und ihre Erklärungen eine ganz andere Bedeutung, als sie in ihrer ersten Aufstellung enthielt, und zum genauren Verständniß dieses Zeitalters wollen wir die letzte Auffassung des Begriffs Phlogiston mit der ursprünglichen vergleichen und beide in die jetzt gebräuchliche Sprache übertragen — ein Versuch, dessen Resultate zwar nicht als absolute Richtigkeit besitzend anerkannt werden dürfen, weil man stets geneigt ist, die schärferen Begriffe, die wir jetzt über die verschiedenen Verbindungen haben, in den früheren unbestimmteren Andeutungen wieder zu finden, und diese ihrer Unbestimmtheit wegen eine mehrseitige Deutung zulassen — der aber doch unsere Ansichten über die Ausbildung der Phlogistontheorie bestimmter und klarer macht. Weitere Ausbildung.

Im Anfang war es der Verbrennungsproceß, auf welchen sich die Phlogistontheorie ausschließlich stützte; es lagen der Annahme des Phlogistons dieselben Beobachtungen zu Grunde, welche auch später bei der Aufstellung einer entgegengesetzten Theorie den Beweis für die Existenz des Sauerstoffs führen halfen. In dieser ersten Periode der Phlogistontheorie erscheint der Begriff Phlogiston nach unserer jetzigen Sprachweise nur so definirbar: er

Weitere Ausbildung der phlogistischen Theorie.

ist dem Begriff des Sauerstoffs geradezu entgegengesetzt. Alles, was später durch die Annahme erklärt wurde, es gehe eine Verbindung mit Sauerstoff vor sich, wurde von Stahl durch eine Abscheidung des Phlogistons zu erklären gesucht; wo die spätere Theorie die Trennung eines Körpers vom Sauerstoff nachwies, da nahm Stahl eine Vereinigung desselben Körpers mit Phlogiston an.

Gegen das Ende dieses Zeitalters fand man das Wasserstoffgas (brennbare Luft) mit ähnlichen Wirkungen begabt, wie die dem Phlogiston zugeschriebenen. Man wußte, daß sich die Metalle nur verkalkt in Säuren auflösen, und bei der Auflösung eines Metalls in Säure, wo ersteres also in Metallkalk und Phlogiston zerfallen mußte, entwickelt sich dieses als Wasserstoffgas. Ebenso fand man, daß ein Metallkalk zu regulinischem Metall wird, wenn man ihm im erhitzten Zustand Wasserstoffgas zuführt. So schien also das Wasserstoffgas mit Phlogiston identisch zu sein; eine Meinung, welche man schon vor der Bekämpfung der Phlogistontheorie geäußert findet, die aber namentlich während des am Ende dieses Zeitalters sich erhebenden Streits über die Zulässigkeit dieser Theorie ausgebildet wird. In dieser letzten Periode des phlogistischen Systems wird also eine Verbindung mit Phlogiston als gleichbedeutend angesehen wie eine Verbindung mit Wasserstoff; Abscheidung des Phlogistons heißt jetzt Abscheidung von Wasserstoffgas.

Man wird nach diesen beiden Hauptrichtungen der Phlogistontheorie die Erklärungen aus der frühern und der spätern Zeit nicht für gleichbedeutend halten, wenn sich auch darin ganz dieselben Ausdrücke finden. Im Anfang des phlogistischen Systems heißt dephlogistisirt so viel als oxydirt, und phlogistisirt so viel als desoxydirt; hiernach ist Stahl's Definition der schwefligen Säure als richtig anzuerkennen, wenn er diese eine phlogistisirte Schwefelsäure nennt. Am Ende dieses Systems ist aber dephlogistisirt so viel als seines Wasserstoffs beraubt; hiernach ist auszulegen, wenn bei Priestley, Cavendish und anderen dieses Zeitalter beschließenden Chemikern der Sauerstoff dephlogistisirtes Wasser genannt wird. Aber oft noch wird man selbst zu dieser Zeit an die ursprüngliche Auffassung des Begriffs Phlogiston erinnert, wenn man z. B. von einem der genannten Chemiker zugleich die brennbare Luft als phlogistisirtes Wasser bezeichnet findet. Diese Zweideutigkeit, was eigentlich unter phlogistisirt und dephlogistisirt verstanden werden soll, zeigt sich namentlich in Fällen, wo erst viel später die wahre Zusammensetzung eines Körpers bekannt wurde. So z. B. läßt sich die Scheele'sche

Benennung des Chlorgases, dephlogistisirte Salzsäure, in der Art auslegen, daß sie Salzsäure, die ihres Wasserstoffs beraubt ist, sei, oder auch, daß sie oxydirte Salzsäure sei; und als noch darüber gestritten wurde, welche Ansicht als die richtige anerkannt werden müsse, konnte jede Partei Scheele's Ausspruch, als ihre Meinung ausdrückend, zu ihren Gunsten deuten. Weitere Ausbildung der phlogistischen Theorie.

Die frühere allgemeinere Ansicht sowohl, daß das Phlogiston eine Rolle spielt, welche der des Sauerstoffs geradezu entgegengesetzt ist, daß es gerade da sich zeigt, wo dieser nicht ist, und da fehlt, wo dieser sich vorfindet — als auch die spätere besondere, mit der erstern nicht in Widerspruch stehende, daß unter Phlogiston Wasserstoff zu verstehen sei — beide erklären viele Thatsachen recht gut, aber, und es kann dies nicht genug hervorgehoben werden, nur, was das Qualitative der Erscheinungen angeht. Dieser Einseitigkeit ungeachtet hat die Phlogistontheorie viel Nutzen in der Chemie gestiftet; sie war die erste, welche den Begriff eines chemischen Elements, als eines für die Chemie unzerlegbaren Körpers erkennen ließ; sie zuerst betrachtete die zusammengesetzteren Substanzen aus einem vernünftigeren Gesichtspunkte. Sie war die erste Frucht, welche aus der selbstständigen Richtung der Chemie sich entwickelte, und mit deren Entwicklung sich diese befestigte. Die Chemie ist seither immer noch dem vorzüglich durch Ausbildung der Phlogistontheorie geweckten Geiste treu geblieben, und die Definition unserer Wissenschaft, welche Stahl, der Gründer jener Theorie, gab, daß die Chemie die Kunst sei, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder zusammenzusetzen, ist glücklicherweise von nun an die Meinung aller Chemiker, und eine Ansicht, welche noch bis jetzt als richtig anerkannt wird.

Was verstand aber das Zeitalter der phlogistischen Theorie unter Bestandtheilen, was verstand sie namentlich unter Elementen? Im Anfang desselben herrscht noch dieselbe Unsicherheit hinsichtlich dieser Frage, welche auch den größern Theil der vorigen Periode bezeichnete. Als Elemente werden noch lauter hypothetische Grundstoffe bezeichnet, von welchen jeder als das Princip irgend einer allgemeiner vorkommenden und besonders hervorstechenden Eigenschaft angesehen wird; als Element sieht man zu dieser Zeit noch keinen darstellbaren Körper an. So erkennt man in allen Metallen Einen erdigen Grundstoff an; diesen kann man dem isolirten Zustand näher bringen, wenn man das Metall verkalkt, die brennbaren Bestandtheile fortschafft, Frage nach den Elementen.

Frage nach den Elementen.

aber in allen Metallkalken nimmt man noch immer Ein Element an, obgleich diese Kalke selbst verschieden sind; man betrachtet sie alle als Verunreinigungen Eines Elements. Allmälig jedoch bricht die Ansicht durch, daß der Chemiker als Elemente nur solche Stoffe betrachten soll, welche darstellbar sind und durch chemische Agentien nicht in andere zerlegt werden können; die bloße Speculation über die Urbestandtheile aller Körper verliert sich immer mehr aus der Chemie, und der directen Beobachtung sucht man die Elemente zugänglich zu machen, man beginnt z. B. die verschiedenen Metallkalke selbst als verschiedene Elemente im chemischen Sinn zu betrachten. In verhältnißmäßig nur wenigen Fällen gründet sich jetzt die Annahme eines Elements auf eine bloße Annahme, auf indirecte Schlußfolgerung; so bei dem Phlogiston; in den meisten Fällen werden, gegen das Ende des neuen Zeitalters, darstellbare Körper als chemische Elemente genannt, so z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Metallkalke. Von Interesse ist, daß die Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle, welche wir schon früher als charakteristisches Merkmal eines Zeitalters kennen lernten, jetzt wieder diese Bedeutung gewinnt. Im Gegensatz zu dem folgenden Zeitalter werden in dem jetzt zu besprechenden die Metalle als zusammengesetzte Körper anerkannt, aus Metallkalk und Phlogiston bestehend. — Ob jene Säuren, jene Metallkalke noch weiter zusammengesetzt sind oder nicht, darüber werden Muthmaßungen aufgestellt, aber in dem chemischen Sinne werden sie meist als unzerlegbar betrachtet.

Diese neue Auffassung, inwiefern die Bestimmung der letzten Bestandtheile durch die Chemiker gelös't werden soll, zeigt sich bald fruchtbringend. Die analytische Chemie wird in dieser Periode zuerst wissenschaftlich behandelt, und zu großer Vollkommenheit vorbereitet. Sogenannte einfache Bestandtheile werden jetzt entdeckt, welche als eigenthümlich angesehen werden, sofern sie sich nicht in andere schon bekannte zerlegen lassen; und die Richtigkeit dieser Untersuchungsweise bewährt sich daran, daß diese Stoffe, wie sich auch die Ansicht über ihre Einfachheit später umgestaltet, doch immerfort als eigenthümliche anerkannt wurden.

Man erstaunt um so mehr, während die Ausbildung der phlogistischen Chemie so richtige Wahrnehmungen über die Eigenthümlichkeit der einfachen Bestandtheile zu treffen, da den Phlogistikern eines der hauptsächlichsten Mittel abging, um sich bei der Zerlegung der Verbindungen und der Bestimmung der Eigenthümlichkeit eines Körpers feste Ueberzeugung zu ver-

schaffen. Es ist dies die Zuhülfeziehung der Waage, die Untersuchung, ob sich bei der chemischen Veränderung eines Körpers sein Gewicht vermehrt oder vermindert. Wie schon bemerkt, unterscheidet sich gerade das vorliegende Zeitalter von dem folgenden, daß in dem erstern die quantitative Analyse, die Berücksichtigung der Masse überhaupt, irrelevant erscheint, während daß in dem folgenden die ganze Forschung mit der Ausmittelung der Gewichtsverhältnisse zusammenhängt. — Noch in dem phlogistischen Zeitalter wurden zwar schon Versuche gemacht, die Zusammensetzung einzelner Körper dem Gewicht nach zu bestimmen; diese Versuche stehen indeß nicht in Verbindung mit der leitenden Theorie, sie stehen in Verbindung mit dem Uebergang der Wissenschaft in ein neues Zeitalter. Frage nach den Elementen.

Aber diese leitende Theorie, die phlogistische, konnte auch nur aufgestellt werden, sie konnte sich nur halten bei der gänzlichen Vernachlässigung der Gewichtsverhältnisse. Bekannt war vom Anfange dieses Zeitalters an, daß ein regulinisches Metall weniger wiegt, als der daraus durch Verbrennung zu gewinnende Kalk, und doch sollte nach der phlogistischen Theorie der letztere ein Bestandtheil des erstern sein, die schwerere Masse sollte mit noch einem andern Körper verbunden eine absolut leichtere Verbindung geben. Dieser Umstand, obgleich wohl bekannt, wurde als nicht wesentlich betrachtet; dieser Aenderung im Gewicht wurde kein Einfluß auf die Erklärung des Verkalkungsprocesses im Ganzen zugestanden; es wurde als eine begleitende Erscheinung betrachtet, die von einem Nebenumstand abhängig sei, und leichthin durch eine Annahme entfernt, welche rechtfertigen zu wollen, man sich kaum die Mühe nahm. Späterhin, als es nicht mehr möglich war, das Kriterium der Gewichtsbestimmung von der Hand zu weisen, nahm man zu den unnatürlichsten Annahmen seine Zuflucht, um die phlogistische Vorstellung über den Verbrennungsproceß beibehalten zu können. Umsonst, sobald das Kriterium als stimmberechtigt anerkannt war, mußte die phlogistische Theorie fallen, denn sie war nie aufgestellt worden, sie war in keiner Weise dazu eingerichtet, um quantitative Erscheinungen zu erklären. Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

Das hier Mitgetheilte, welches bei der Betrachtung der einzelnen Chemiker und der spätern besondern Untersuchung über das Phlogiston seine Vervollständigung finden wird, genügt, um über die Wichtigkeit der Phlogistontheorie für die Charakteristik dieses Zeitalters urtheilen zu lassen. Die Geistesrichtung, welche in ihr vorzüglich hervortritt, bedingt auch die Art und Weise aller anderen chemi-

Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

schen Arbeiten, welche in diese Periode fallen. Erklärung der qualitativen Erscheinungen ist das ganze Ziel, nach welchem die Chemiker dieses Zeitraums streben; wie bei der Erklärung über den Verbrennungsproceß, so bei der über die Kausticität der Alkalien, so bei der über die Verwandtschaftserscheinungen, so bei allen in diesem Zeitraum hauptsächlich bearbeiteten Untersuchungen. Dieselbe Geistesrichtung, welche in allen verbrennlichen Körpern Ein verbrennliches Princip, das Phlogiston, annehmen läßt, schreibt auch die gemeinsame Eigenschaft aller Säuren einem Gehalt an Einem sauren Princip, der Ursäure, zu; erklärt die gemeinsame Eigenschaft der kaustischen Alkalien durch die Annahme Eines kaustischen Princips in ihnen, der Feuermaterie. — Alle diese Erklärungen, und es sind fast allgemein angenommene, gehen nur auf die qualitativen Erscheinungen. Diejenigen Männer, welche die quantitativen Verhältnisse zur Grundlage ihrer Forschungen machen, sind entweder unbeachtet und bald vergessen, ohne Einfluß auf die Richtung ihrer Zeitgenossen ihrem Zeitalter vorangeeilt, oder sie stehen an der Grenze des Uebergangs zu einer neuen Periode; stets aber finden ihre Bemühungen in dieser letztern erst Anerkennung und weitere Verfolgung.

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

Noch hervorzuheben ist hier, in welchem Verhältniß die Chemie zu der Medicin während des neuen Zeitalters steht, um so mehr, da das vorhergehende seinen eigenthümlichen Charakter gerade durch die innige Verschmelzung dieser beiden Wissenschaften erhielt. — Indem die Chemie jetzt selbstständig auftritt, muß dieser enge Zusammenhang mit der Medicin aufhören, und zu seiner Lösung, zu der Widerlegung des iatrochemischen Systems, vereinigen sich die Kräfte der Mediciner und der Chemiker. Erstere suchen zu beweisen, daß die Annahme von nur chemischen Actionen zwischen den verschiedenen Säften im menschlichen Körper keineswegs zur Erklärung der Lebenserscheinungen hinreicht, sie bringen neue Wahrnehmungen herbei, welche in dem Alles erklären wollenden System der chemischen Medicin keine Berücksichtigung gefunden hatten, und thun so die Unhaltbarkeit desselben dar. Ihren Bemühungen kommen die Chemiker des neuen Zeitalters zu Hülfe, indem sie das Ungegründete hinsichtlich der Annahme von Säure und Laugensalz in allen Theilen des menschlichen Körpers nachweisen, und so dem iatrochemischen System die Stützen entziehen, welche dasselbe zu seinen Erklärungen angenommen hatte; indem sie die chemischen Begriffe fester stellen und die Erkennung, wo chemische Processe statthaben, mit Bestimmtheit

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

nachweisen lehren, so daß von nun an nicht mehr Mißbrauch mit der Entlehnung chemischer Ausdrücke zur Erklärung anderweitiger Vorgänge getrieben werden kann. Wird jetzt gleich die Chemie für die Medicin im Allgemeinen von geringerer Bedeutung, so ist doch der Einfluß, den beide Wissenschaften nun auf einander haben, nur um so heilsamer für jede. Das Interesse, welches von dem vorhergehenden Zeitalter her für die Chemie sich bei den Aerzten findet, erhält sich auch in diesem, und die Geschichte der Scheidekunst in der neuen Periode zählt unter den bedeutendsten Chemikern auch solche Namen, die mit gleichem Recht in der Heilkunde zu den hochgefeierten gehören. Die Chemie verdankt fortwährend noch den Medicinern Ausbildung und Erweiterung, aber sie vergilt auch der Medicin wieder reichlich. Selbstständig sich entwickelnd nützt sie ihr mehr als je durch Entdekkung arzneilich wirksamer Präparate; mit der vermehrten und weiter verbreiteten Einsicht in die Chemie heben sich die pharmaceutischen Kenntnisse, und die praktische Medicin gewinnt an Sicherheit durch die größere Zuverlässigkeit der Arzneien, deren Bereitung und Prüfung nun immer besser erkannt wird. Die Chemie endlich lernt bei ihrem Voranschreiten in gewissen Fällen mit Sicherheit über stattgehabte Vorgänge entscheiden, und wird für die gerichtliche Medicin von der höchsten Bedeutung.

Verhältniß der Chemie zur Alchemie.

Auch auf das Verhältniß der Chemie zur Alchemie während dieser Periode wollen wir noch einen Blick werfen. Schon im vorigen Zeitalter war die Alchemie, wenn auch in Hinsicht auf die Wahrhaftigkeit ihrer Leistungen noch anerkannt, doch von den repräsentirenden Chemikern selbst wenig oder gar nicht betrieben. Die Chemiker des vorigen Zeitalters wurden zudem von der Ausübung der Alchemie dadurch abgehalten, daß ihnen noch die Medicin wesentliche Beschäftigung war. In dem jetzt zu besprechenden Zeitalter fällt für viele diese letztere Beschäftigung weg; die wissenschaftliche Chemie allein füllt die Thätigkeit mehrerer hierher gehöriger Männer nicht aus; an eine Anwendung der Chemie, an eine Nebenbeschäftigung noch gewöhnt, verfallen einige wieder auf die Alchemie; aber es sind dies doch nur wenige. Im Allgemeinen betrachten die Repräsentanten aus dem Anfang des neuen Zeitalters die Metallverwandlung aus demselben Gesichtspunkte, wie die der vorigen Periode; an die Möglichkeit der Transmutation wird noch geglaubt, aber nur wenige unter den wissenschaftlichen Chemikern arbeiten daran, sie zu realisiren. Bald wenden sich diese noch mehr von der Alchemie ab; da sie

Verhältniß der Chemie zur Alchemie.

keine wissenschaftlichen Gründe für die Metallverwandlung finden, so ziehen viele auch die angeblichen historischen Beweise dafür in Zweifel, und die Chemiker decken die Betrügereien der Alchemisten auf; die Chemie ist jetzt nicht allein von der Alchemie getrennt, sondern in diesem Zeitalter beginnt sie in offenen Widerspruch mit der letztern zu treten, an der Vernichtung des alchemistischen Glaubens zu arbeiten. Und in der That, wie wir dies in der speciellen Geschichte der Alchemie im II. Theile ausführlicher sehen werden, wird die Grundlosigkeit der Alchemie noch in diesem Zeitalter so nachdrücklich zu beweisen gesucht, daß dem folgenden, was gänzliche Widerlegung der Goldmacherkunst angeht, nur sehr wenig zu thun übrig gelassen wird.

Aufzählung der einzelnen Chemiker.

Die im Vorstehenden besprochenen Eigenthümlichkeiten charakterisiren das Zeitalter der phlogistischen Theorie hinlänglich. Die selbstständige Richtung, welche die Chemie während desselben, im Gegensatz zu dem vorhergehenden Zeitalter, einschlägt, wird ihr zuerst durch Boyle mitgetheilt. Einen gleich hohen Standpunkt in der Naturforschung zwar nicht erringend, aber durch praktische Arbeiten um die Chemie hochverdient, nimmt Kunkel unsere Betrachtung in Anspruch; gleichzeitig mit ihm legte Becher den ersten Grund zu einer allgemeinen Verbrennungstheorie, und Homberg und Lemery fördern die Chemie durch neue Wahrnehmungen oder durch thätige Verbreitung dieser Wissenschaft. — Stahl bildet die Ansichten über die Verbrennung zu einer vollständigen Theorie aus, und läßt das phlogistische System zu dem herrschenden werden; Hoffmann bereichert die Chemie durch viele Untersuchungen und ist, wie auch Boerhave, für ihre Ausbreitung thätig. Als Anhänger des von Stahl eingeführten Systems sind in Deutschland besonders Neumann, Eller, Pott, Marggraf als die einflußreichsten zu nennen; in Frankreich sind aus der Zeit nach der Annahme der phlogistischen Theorie Geoffroy, Hellot, Duhamel und Macquer hervorzuheben. Das Zeitalter dieser Theorie beschließt die Thätigkeit von Black, Cavendish und Priestley in England, von Bergman und Scheele in Schweden; zu ihrer Zeit wird bereits die phlogistische Theorie bekämpft; sie sind die letzten ausführlicher hier zu schildernden Repräsentanten derselben, und die Chemiker, welche nach ihnen folgen, gehören einem neuen Zeitalter an.

Allgemeine Bemerkungen.

Der eigenthümliche Standpunkt, auf welchem die Chemie während dieses Zeitalters sich erhält, giebt sich auch in den äußeren Verhältnissen der

Allgemeine Bemerkungen.

Chemiker mehr und mehr zu erkennen. In den vorhergehenden Zeitaltern, wo die Chemie ausschließlich nur chimärischen oder untergeordneten Zwecken dienen sollte, war stets die Classe von Gelehrten, welche sich mit Chemie beschäftigte, eine ganz bestimmte und scharf abgeschlossene. So sehen wir in der Zeit, wo die Chemie ausschließlich auf Goldmacherkunst abzweckte, als Alchemisten bei den Arabern nur Aerzte, bei den Abendländern fast nur Geistliche; während des Zeitalters der medicinischen Chemie sind es die Aerzte, welche ausschließlich sich mit der Pflege der Chemie befassen. In diesem neuen Zeitalter, wo die Chemie ihre selbstständige Stelle unter den Naturwissenschaften einnimmt, wird ihr Studium ein um so vielfacher betriebenes, von je allgemeinerem Interesse ihr Zweck, Auffindung von Naturwahrheiten, ist. Indem sie einzelne Anwendungen ihrer Resultate nicht mehr zum hauptsächlichsten und ausschließlichen Gegenstande ihrer Forschungen macht, sondern Naturforschung im Allgemeinen, vergrößert sich rasch die Zahl der ihr zugewandten Kräfte, werden die Fächer zahlreicher, deren Beflissene auch dem Studium der Chemie ihre Aufmerksamkeit schenken. Erst zu Ende dieses Zeitalters widmen einzelne Männer ihre Kräfte ungetheilt der wissenschaftlichen Chemie; im Allgemeinen haben wir bald als die Repräsentanten der Chemie Männer zu nennen, die ihr Leben der Naturforschung überhaupt widmend, auch die Chemie mit hinzuziehen, bald Aerzte, die indeß nun wohl die Chemie als eigene Wissenschaft zu schätzen wissen, ohne eine gewagte Vereinigung der dahin gehörigen Lehren mit den medicinischen Ansichten zu versuchen; und diese Theilnahme, welche die Aerzte noch in diesem Zeitalter der Chemie schenken, ist das schönste Vermächtniß, welches die vorhergehende Periode bei ihrem Untergang an unsere Wissenschaft hinterlassen hat; die Zahl der Mediciner, für welche nun immer noch die Chemie ein hauptsächlicher Gegenstand des Forschens ist, die Bedeutsamkeit der Entdeckungen, welche unserer Wissenschaft von Angehörigen des medicinischen Faches zu Theil geworden sind, bezeugt die fortwährende enge Verbindung, in welcher Medicin und Chemie auch jetzt noch immer bleiben, wenn sie gleich aus der unnatürlichen Verschmelzung des vorigen Zeitalters getrennt sind. Der Chemie kommen jetzt auch schon einige Erweiterungen zu von Gelehrten, welche eigentlich die Förderung der Gewerbe nach wissenschaftlichen Principien sich zur Aufgabe gemacht haben, aber besonders reichen Zuwachs erhalten die chemischen Kenntnisse durch den Aufschwung der Pharmacie; die Beschäftigung mit diesem Fach leitet zu tieferem Eindringen in

Allgemeine Bemerkungen.

die Chemie viele, denen unsere Wissenschaft für Entdeckungen der wichtigsten Art verpflichtet ist.

So verschiedenartig nun die Gebiete sind, von wo aus der Chemie erweiternde Kräfte zukommen, so verschiedenartig wird auch die Anwendung, deren sich die Resultate der so geförderten Wissenschaft fähig zeigen. Für die Medicin haben wir diese Rückwirkung bereits angedeutet; einen nicht minder wichtigen Einfluß übt die Chemie von jetzt an auf die Künste und Gewerbe aus; während sie diesen in dem vorhergehenden Zeitalter nur einzelne Erfahrungen mittheilen konnte, versucht sie jetzt die empirisch gefundenen Verfahrungsweisen wissenschaftlich zu erklären und auf wissenschaftliche Principien gestützt zu verbessern.

Als besonders die selbstständige Forschung in der Chemie fördernd, lernen wir die Errichtung der gelehrten Gesellschaften kennen. Verbunden ist damit, indem diese Institute für Verbreitung jener Entdeckungen Sorge tragen, die Vermehrung der Publicität, welche zu der Erweiterung der Kenntnisse im Allgemeinen nöthig ist, da sie gerade zur weitern Bearbeitung noch unerledigter Fragen veranlaßt. Den periodischen Schriften der gelehrten Gesellschaften schließen sich zudem schon an dem Schlusse dieses Zeitalters, durch die steigende Menge von chemischen Untersuchungen und Entdeckungen hervorgerufen, besondere, die Chemie zum hauptsächlichen Gegenstand nehmende, wissenschaftliche Zeitschriften an. Mit immer größerm Recht können wir nun die Kenntnisse jedes bedeutenden Chemikers als die seine Zeit überhaupt repräsentirenden ansehen; alle in der Einleitung zu dem vorhergehenden Zeitalter erwähnten, Sicherheit in der historischen Einsicht erleichternden, Umstände finden in dem jetzt zu besprechenden noch in höherm Grade Statt, und namentlich zeichnen sich jetzt die chemischen Ansichten aller bedeutenderen Gelehrten so durch offene Darlegung und Klarheit aus, daß selten nur, in dem Anfang des neuen Zeitalters, bei einem Schriftsteller das Gegentheil uns an einer bestimmtern Auffassung seiner Ansichten hinderlich wäre. — So gestaltet sich in dem Zeitalter der phlogistischen Theorie unsere Wissenschaft in die Form, welche sie seither im Allgemeinen noch immer beibehalten; die näheren Umstände, wie sie sich so entwickelt, die speciellere Darlegung der Beweise für die gegebene Charakteristik wird uns nun ein Ueberblick der einzelnen Chemiker gewähren.

Das selbstständige Streben, dessen Sichtbarwerden wir am Schlusse der vorhergehenden Periode besprachen, dessen Eingreifen in alle Zweige der Naturwissenschaften auch für die Chemie ein neues Zeitalter datiren läßt, konnte sich nicht ohne Kampf gegen viele althergebrachte Vorurtheile, gegen den Aberglauben, der um die Mitte des 17. Jahrhunderts noch so viele Köpfe verfinsterte, zur herrschenden Richtung emporschwingen. Gering nur war im Anfang die Zahl der aufgeklärteren Männer, welche dem reinen Zweck der Naturforschung huldigend eine von der frühern gebräuchliche Denkweise sehr verschiedne Bahn einschlugen, und treue Beobachtung der Natur als alleinigen Weg der Erkenntniß und als höchste Autorität anerkannten. Aber erleichtert wurde der Erfolg ihrer Bemühungen durch das enge Zusammenhalten, durch die gemeinschaftlichen Bemühungen, mit welchen sie den Irrthümern früherer Zeit zu begegnen und neue Wahrheiten an deren Stelle zu setzen suchten. Als einen wesentlich fördernden Umstand muß man es würdigen, daß die heller Denkenden nicht mehr vereinzelt Licht in das Dunkel zu bringen suchten, welches noch viele Theile der Wissenschaft verhüllte, sondern in engere Kreise vereinigt ihre Erkenntniß gegenseitig zu vermehren und auszubreiten suchten. Der Einfluß der gelehrten Gesellschaften, deren Bildung die Mitte des 17. Jahrhunderts als den Anfangspunkt einer neuen Aera der Wissenschaften mit bezeichnet, ist sehr hoch anzuschlagen, für die Naturforschung namentlich, wo durch ihn hervorgerufen am schnellsten und anhaltendsten reiche Früchte sich entwickelten. Das innigere Zusammenwirken von Gelehrten aus verschiedenen Fächern ließ die Wichtigkeit und die Anwendbarkeit jedes einzelnen für alle anderen in das rechte Licht treten, und jede Untersuchung, die der Gelehrte Eines Faches für seine Disciplin durchgeführt hatte, zeigte in den benachbarten Fächern nun Anknüpfungspunkte für weitere Forschungen; es nützte so die Errichtung gelehrter Gesellschaften, indem sie Anregung zu wissenschaftlichen Arbeiten bot, aber gleichermaßen nützte sie durch Verbreitung derselben. Die periodischen Schriften, welche diese Gesellschaften herausgaben, wurden der Sammelplatz gediegener Arbeiten und das Repertorium aller neuen Entdeckungen; auf sie hingewiesen, konnte jeder Forscher jetzt leichter die Fortschritte seines Faches, das Erkannte und das noch weiterer Erkenntniß Bedürftige, übersehen. — Bei dem amtlichen Charakter und dem hohen Einflusse, welchen mehrere dieser Gesellschaften bald gewannen, konnten nun Arbeiten unternommen werden, welche Einzelnen auszuführen nicht möglich gewesen war; in den Ländern vorzüg-

Fördernder Einfluß der gelehrten Gesellschaften.

Fördernder Einfluß der gelehrten Gesellschaften.

lich, wo Handel und Schifffahrt blühten, gewannen dahin einschlagende Unternehmungen und Entdeckungen durch den Einfluß der gelehrten Gesellschaften wissenschaftlicheres Interesse; das Ansehen, welches diese genossen, ließ nun leicht durchsetzen, was vorher Einzelnen nur fromme Wünsche gewesen war: vermehrte Anforderungen an viele im Staat in Beziehung auf wissenschaftliche Bildung, und Ausbreitung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse in viel weiterem Kreis, als bis wohin diese bisher gedrungen waren.

Academia del Cimento.

Schon 1648 hatte sich zu Florenz unter dem Schutze des Großherzogs Ferdinand II. eine Gesellschaft constituirt, mit dem Zweck, naturwissenschaftliche Experimente anzustellen; 1657 wurde, durch die Bemühungen des Prinzen Leopold, Bruders des Großherzogs, die Akademie neu organisirt, welche in der Folge den Beinamen del Cimento (der Experimente) erhielt. Um die Förderung der Naturwissenschaften hat sie sich große Verdienste erworben; wenn sie auch unter ihren Mitgliedern keinen der ausgezeichneteren Chemiker jener Zeit zählte, so wurde doch auch unsere Wissenschaft durch Feststellung vieler in sie einschlagender Thatsachen bereichert. Von 1666 an gab diese Akademie Denkschriften heraus, die indeß bald wieder aufhörten, da nach dem Abgang des Prinzen Leopold die Gesellschaft mit seiner Unterstützung auch ihren Zusammenhang verlor.

Londoner Societät.

Dauernder war der Einfluß der Akademie, welche sich um dieselbe Zeit in England bildete. Schon Baco von Verulam hatte mit Vorliebe bei dem Gedanken verweilt, durch Errichtung einer solchen die Naturkunde zu heben und das Interesse dafür allgemeiner zu verbreiten, allein erst lange nach seinem Tode ging dieser Wunsch in Erfüllung. Zu Oxford und zu London bildeten sich 1645 regelmäßige Zusammenkünfte von Gelehrten, um Gegenstände der Medicin, Naturwissenschaft und Mathematik zu besprechen; die Theilnehmer aus beiden Städten standen unter einander in Verbindung, und von 1659 an vereinigten sie sich alle zu London, wodurch die Gesellschaft noch größern Halt bekam. Sie wurde 1662 von König Carl II. als Royal Society anerkannt und mit Privilegien ausgestattet; von 1666 an publicirte sie ihre Denkschriften unter dem Titel Philosophical Transactions, welche für die damalige Zeit hauptsächlich dadurch Wichtigkeit erlangten, daß sie neben den Leistungen der Mitglieder der Societät auch zugleich eine Anzeige sämmtlicher neuen Entdeckungen gaben, welche für die verschiedenen Fächer der Naturkunde in allen Theilen der Erde gemacht wurden. Von

der Entstehung dieser Gesellschaft an wurde der Chemie viel Aufmerksamkeit gewidmet, und unter den acht Classen, in welche sich die Societät theilte, war Eine auf die Erweiterung der Chemie namentlich angewiesen. Die Transactions haben sich bis auf unsere Tage ihr Ansehen als Archiv der wichtigsten chemischen Abhandlungen erhalten, und viele ausgezeichnete Chemiker schmücken die Namenliste der Royal Society. Einer der Stifter dieser Gesellschaft ist es auch, der hier das neue Zeitalter unserer Wissenschaft eröffnet; Boyle, welcher zuerst der Chemie die selbstständige Richtung mittheilte, die sie von seiner Zeit an mit so viel Erfolg eingehalten hat.

Robert Boyle war 1627 zu Youghall in der Grafschaft Munster in Irland geboren. Sein Vater, Richard Boyle, Graf von Cork, bestimmte ihn anfangs für den geistlichen Stand, und ließ ihm auf dem Collegium zu Eton und später unter seinen Augen eine ausgezeichnete Erziehung zu Theil werden. So vorbereitet durchreis'te Boyle noch ziemlich jung Frankreich, die Schweiz, wo er namentlich zu Genf sich fast zwei Jahre hindurch aufhielt, und Italien. Der Ausbruch von Unruhen in seinem Vaterlande und die damit verbundene Zerrüttung seines väterlichen Vermögens nöthigten ihn 1643 zur Rückkehr in seine Heimath, wo er seinen Vater todt und seine pecuniären Mittel so erschöpft antraf, daß er längere Zeit zurückgezogen leben mußte, bis es ihm möglich war, mit genügendem Auskommen sich seinem Lieblingsstudium hinzugeben. Im Jahr 1654 ließ er sich zu Oxford nieder, wo er mit den bedeutendsten Gelehrten dieser Universität in Verkehr trat, und sie zu der oben besprochenen Gesellschaft vereinigte. Seine wissenschaftlichen Untersuchungen, die ihn in Oxford fortwährend beschäftigt hatten, setzte er auch fort, als er 1668 seinen Wohnsitz nach London verlegte; den Arbeiten der inzwischen hier gestifteten Societät stets sein ganzes Interesse zuwendend, wurde er 1680 zum Präsidenten derselben erwählt. Seinem Leben, welches nur eine zusammenhängende Reihe edler und die Wissenschaft fördernder Handlungen gewesen war, machte der Tod 1691 ein Ende. Boyle. Leben.

In Boyle sehen wir den ersten Chemiker, dessen Bemühungen in der Chemie zunächst nur in dem edlen Triebe, die Natur zu erforschen, angestellt sind. Nicht das Gelüsten nach dem Stein der Weisen, nicht die Allgemeiner Charakter.

Boyle. Allgemeiner Charakter.

Absicht, die Chemie nur als Hülfsmittel für eine andere anerkannte Wissenschaft zu benutzen, leitete seine Forschungen, sondern lauteres Streben nach Wahrheit, nach Einsicht in das, was die Natur dem fleißigen Forscher aufschließt. Und seine Wißbegierde trug ihm reichen Lohn durch Entdeckung wichtiger wissenschaftlicher Thatsachen, ein Lohn, der groß genug war, um keiner Befriedigung von Nebenabsichten zu bedürfen. Bei einem so lautern Streben war es natürlich, daß Boyle jedem andern, minder reinen, kräftig entgegentrat. So sehen wir ihn, ob er gleich die Möglichkeit der Metallverwandlung noch nicht gänzlich leugnen zu können glaubt, doch viele alchemistische Vorurtheile seiner Zeit bekämpfen, mit Sachkenntniß die Blößen der alchemistischen Schriftsteller aufdecken und ihre Widersprüche und die Unzuverlässigkeit ihrer Angaben darthun. — Ebenso offen zeigte er gegen die Jatrochemiker, wie unhaltbar ihre Annahmen von Säure und Laugensalz in allen Säften des menschlichen Körpers sind, und trug so von Seiten der Chemie wesentlich dazu bei, dieses falsche und für die praktische Heilkunde verderbliche System zu widerlegen. Aber nicht nur erkannte Boyle die Fehler und Schwächen solcher Richtungen, er zeigte auch den wahren Weg, wie die Natur zu erforschen ist; in seinen Leistungen zuerst sehen wir für chemische Untersuchungen die Methode eingeschlagen, welche Baco von Verulam allgemein als die richtige für die Naturwissenschaften erwiesen hatte. Boyle stellte das Experiment als die Grundlage aller Ansichten, als den Prüfstein jeder Theorie hin, und seine Bemühungen in dieser Beziehung sichern ihm unvergängliches Verdienst. Sind auch die Schlüsse, welche er aus seinen Beobachtungen zog, nicht immer die richtigen, und muß man sich gleich oft wundern, daß seine scharfsinnigen Experimente ihn nicht zu den Folgerungen leiteten, welche wir jetzt dadurch angezeigt finden — so sind doch seine richtigen Schlußfolgerungen überwiegend; und wenn später die Experimente besser gedeutet wurden, so dürfen wir nicht vergessen, daß von ihm hauptsächlich die Kunst des richtigen Experimentirens ausgebildet wurde, daß die Späteren von vornherein im Besitz alles dessen waren, was er sich erst mühsam schaffen mußte, und so, auf seinen Schultern stehend, wohl umsichtiger sein konnten. Fügen wir noch bei, daß Boyle vorzüglich nicht nur die Kunst, Experimente anzustellen, verstand, sondern auch mit einer Deutlichkeit zu beschreiben wußte, welcher seine meisten Vorgänger entbehrten, und daß seine Art der Berichterstattung im Wesentlichen ganz die noch jetzt übliche ist, so haben wir wohl seinen Einfluß auf die Chemie hinlänglich an-

gedeutet, um in ihm eine der segensreichsten Erscheinungen für unsere Wissenschaft anzuerkennen. Boyle.

Es läßt sich aus dieser geistigen Richtung Boyle's leicht entnehmen, daß er einer chemischen Theorie wie der von Geber oder von Paracelsus aufgestellten unmöglich beistimmen konnte. Ebenso wenig aber genügten auch die zu Boyle's Zeit bekannten chemischen Thatsachen, irgend eine Theorie mit einiger Wahrscheinlichkeit auf sie zu bauen, und verdienstvoll erscheint auch hier dieses Mannes Streben, weniger auf mangelhafte Beobachtungen unsichere Theorien gründen zu wollen, als vielmehr vorerst die Erfahrungen zu vervollständigen und die früheren Angaben zu bestätigen oder zu berichtigen. So scheint Boyle namentlich in Beziehung auf die Elemente zu keiner festen Ansicht gekommen zu sein; er bekämpft mehr die bestehenden Meinungen, als daß er andere aufstellt. Er zeigt, daß die vier Aristotelischen Elemente (Feuer, Wasser, Luft und Erde), ebenso wenig als die der Alchemisten (Salz, Schwefel und Quecksilber), in der Chemie nachgewiesen und angenommen werden können. Was aber an deren Stelle zu setzen sei, giebt er nicht an; er wendet sich hingegen vorzugsweise der Richtung zu, in der Chemie mehr die nachweisbaren Bestandtheile darstellen und so kennen zu lernen, als über die Elementareigenschaften im Allgemeinen zu grübeln. Daß indeß Körper, welche er als einfache betrachtet, sich doch in einander verwandeln lassen, gesteht er zu; wie van Helmont verneinte er zwar, daß sich je Wasser in Luft oder umgekehrt verwandeln lasse, aber daß Wasser zu Erde werden könne, hielt er eher für möglich. Chemische Ansichten und Erfahrungen über die Elemente.

Mit mehr Vorliebe, als bei den speculativen Betrachtungen über die Elemente und ihre Veränderlichkeit, verweilt Boyle bei der experimentalen Untersuchung von Luft, Wasser u. s. w., und eine nähere Kenntniß der Luft namentlich, in physikalischer wie chemischer Beziehung, hat er sehr befördert. In ersterer zeichnete er sich durch vielfältigen Gebrauch der Luftpumpe und mannichfache Untersuchungen über das Verhalten von Körpern im luftleeren Raume aus, besonders aber dadurch, daß er der erste das Gesetz auffand, welches auf dem Continent meist nach Mariotte benannt wird; daß nämlich für die Luft das Volum dem darauf wirkenden Druck umgekehrt proportional ist. Aber auch die chemischen Erfahrungen über die Luft erweiterte er bedeutend. Er wußte, daß in der Luft etwas enthalten ist, was durch Athmen und Verbrennen verzehrt wird. Die Thatsache, daß die Me- Ueber die Luft.

Boyle. Chemische Ansichten und Erfahrungen. Ueber die Luft.

talle bei der Calcination an Gewicht zunehmen (welche schon vor ihm mehrfach beobachtet worden war) bestätigte er; er fügte die Beobachtung hinzu, daß der entstehende Kalk specifisch leichter ist, als das Metall, aus dem er entstand. Durch sinnreiche Versuche, welche wir später zur Begründung eines neuen Zeitalters wieder hervorgebracht sehen, zeigte er, daß wenn Blei in einem verschlossenen Raume verkalkt wird, sich das Volum der im Gefäß enthaltenen Luft vermindert; aber weniger glücklich, als in der genauen Beobachtung aller dieser Thatsachen, war er in der Erklärung derselben. Er war weit entfernt, die bei der Verkalkung verschwindende Luft als solche zu betrachten, welche an das Blei tritt, das Gewicht dieser verschwundenen Luft als die Gewichtsvermehrung des verkalkten Bleies anzusehen; er vernachlässigte vielmehr die Luftabsorption gänzlich, und schrieb die Gewichtsvermehrung auf Rechnung eines wägbaren Wärmestoffs, der ponderablen Theile der Flamme, welche sich seiner Meinung nach mit dem Blei während der Calcination vereinigen.

Ueber die Verbrennung.

So erkannte Boyle die richtige Ursache der Verbrennungserscheinungen nicht. Die angeführten Beobachtungen, seine Ueberzeugung, daß Luft zum Verbrennen aller Körper nothwendig sei, der Versuch, daß Schwefel im luftleeren Raume erhitzt sich nicht entzündet — Alles dies leitete ihn nicht zu der richtigen Erklärung des Verbrennungsprocesses. Die Gewichtsvermehrung bei der Verkalkung betrachtete er zwar als einen Beweis gegen die Ansicht, welche er als die zu seiner Zeit schon herrschende bespricht, daß nämlich die Metalle bei ihrer Verkalkung etwas verlieren sollen, allein er stellte dieser Hypothese keine andere richtigere gegenüber. So erkennt er es auch nicht für ausgemacht an, daß Schwefel aus Schwefelsäure und verbrennlichem Stoff bestehe, allein er gesteht dieser Annahme einige Wahrscheinlichkeit zu, mindestens gerade so viel, als die, welche sich seiner Meinung nach auch annehmen ließe, daß nämlich in der Schwefelsäure gemeiner Schwefel als Bestandtheil enthalten sei. So sehen wir Boyle fast immer nur die Unsicherheiten der Theorien seiner Zeit hervorheben, allein selten scheinen ihm die Beobachtungen genau und zahlreich genug, um eine eigene umfassendere Theorie darauf zu gründen: doch hat er Eine theoretische Betrachtungsweise in die Chemie eingeführt, deren Anwendbarkeit zur Erklärung chemischer Erscheinungen noch immer anerkannt ist; von dieser wollen wir jetzt berichten.

Ueber die chemische Einwirkung der verschiedenen Körper auf einander hatte sich Boyle eine Theorie gebildet, welche von der jetzt noch angenommenen sehr wenig nur abweicht. Die Corpusculartheorie findet sich bei ihm bereits in großer Ausbildung vorgetragen; er betrachtet alle Körper als aus kleinsten Theilchen bestehend; Verbindungen bilden sich durch Aneinanderlagern der kleinsten Theilchen der Bestandtheile, und so lange die Anziehung, welche diese zusammenhält, nicht überwunden wird, kann keine Zersetzung eintreten. Diese findet nach ihm nur Statt, wenn die kleinsten Theilchen eines Bestandtheils in einer Verbindung zu denen des andern weniger Anziehung haben, als zu denen eines dritten, der mit der bisher bestandenen Verbindung zusammengebracht wird. Diese Ansicht führt er, wie ich im II. Theile bei der speciellen Geschichte der Verwandtschaft ausführlicher mittheilen werde, sehr schön in mehreren Beispielen aus.

Boyle. Kenntnisse über die Verwandtschaft.

Eine so genügende Erklärung der Verwandtschaftserscheinungen läßt auf eine große Kenntniß von Beobachtungen über solche Vorgänge schließen. In der That verdanken wir Boyle mehrere neue Erfahrungen über die Affinität. So kannte er die Verwandtschaftsreihe, in welcher mehrere Metalle (Zink und Eisen, Kupfer, Silber) zu den Säuren stehen; die große Affinität, welche Laugensalze im Vergleich mit den Metallen zu den Säuren haben, und noch viele andere Einzelnheiten, welche ich besser unten bei seinen Kenntnissen in der analytischen Chemie und in den folgenden Theilen bei der speciellen Geschichte der einzelnen Stoffe anführe.

Mit solchen richtigeren Begriffen über das Wesen der Verwandtschaft verband Boyle zugleich genauere Kenntniß über die Verbindungen, als Wirkungen dieser Kraft. Er bezeichnet sehr richtig chemische Verbindung als eine Vereinigung zweier Bestandtheile, welche andere Eigenschaften hat, als jeder Bestandtheil für sich, und stellt als eines der evidentesten Beispiele einer chemischen Verbindung die Salze hin, in welchen ätzende Säuren und ätzende Alkalien die Bestandtheile sind und wo doch die Eigenschaft der Kausticität in der Verbindung ganz verschwunden ist.

Boyle kannte die Bestandtheile vieler Körper, wenn auch nur qualitativ, doch genauer als irgend einer vor ihm. Seine Bemühungen in dieser Hinsicht führten ihn dazu, eine schärfere Charakteristik chemischer Substanzen im Allgemeinen zu geben, als je vor ihm versucht worden war; sie führten ihn auch zu der ersten Begründung der analytischen Chemie.

Boyle. Kenntnisse über Säuren und Alkalien.

Einzelne Klassen chemischer Verbindungen, welche gewisse Eigenschaften gemeinsam haben, waren allerdings schon früher unterschieden worden; so z. B. war der Begriff Metall von jeher ein ziemlich bestimmter gewesen. Ebenso hatte man bald die verschiedenen Arten von Säuren als Körper von gemeinsamen Eigenschaften erkannt, ebenso die Laugensalze als eine eigenthümliche Classe von Körpern. Aber gerade die Substanzen wie Säuren und Alkalien ermangelten noch zu Boyle's Zeit bestimmter, positiver Definitionen; die Jatrochemie, ob sie gleich gänzlich auf der Lehre von Säuren und Laugensalzen fußte, hatte in dieser Beziehung wenig gethan, und konnte nur wenig thun, da sie nur bestehen konnte, so lange sie sich auf unbestimmte Annahmen stützte, und nähere Kenntniß der erforderlichen Eigenschaften von Säure und Laugensalz die experimentelle Prüfung ihrer Behauptungen nicht möglich machte. Boyle definirte zuerst die Säuren und Alkalien in Bezug auf die Veränderung der Pflanzenfarben; in Bezug auf ihr entgegengesetztes Verhalten, daß die einen niederschlagen, was in den anderen gelös't war, daß die einen die Pflanzenfarbe wieder herstellen, welche die anderen verändert hatten; endlich in Bezug auf die gegenseitige Aufhebung der hervorstechendsten Eigenschaften. Er stellte so für die zwei wichtigsten Körperklassen der Chemie die charakteristischen Merkmale fest, welche noch heutzutage zu ihrer Erkennung angewandt werden.

Kenntnisse in der analytischen Chemie.

Boyle nimmt ebenso unsere Aufmerksamkeit hauptsächlich noch in Anspruch, als der erste Gründer der analytischen Chemie. Bis zu ihm war nur sehr wenig in diesem Zweige der Wissenschaft gethan, ich habe einzelner hierhergehöriger Entdeckungen hin und wieder erwähnt, und werde eine vollständigere Zusammenstellung noch im zweiten Theile geben; hier genügt die Erinnerung, daß zu Boyle's Zeit die analytische Untersuchung fast ausschließlich in der Prüfung auf trocknem Wege beschränkt war. Boyle war der erste, welcher die Prüfung auf nassem Wege vorschlug und in Anwendung brachte. Ihm verdankt man die erste Einführung der Reagentien mit bestimmterer Anweisung zu ihrem Gebrauch, und wenn auch sein analytisches Verfahren in vieler Hinsicht abgeändert und verbessert worden ist, so bedienen wir uns doch in vielen Fällen zur Erkennung gewisser Körper noch immer derselben Merkmale, welche Boyle zuerst angab. Seine Vorschriften sind schon ganz im Geist der neuern Zeit gehalten. So, um nur einige Beispiele anzuführen, bediente er sich bereits der Pflanzenfarben und damit getränkter Papiere als Reagentien; das Ammoniak lehrte

er erkennen durch Austreiben aus seiner Verbindung mittelst Kalks oder Kali's, wo es mit Säuren in Berührung weiße Nebel bildet. Für viele Körper suchte er solche charakteristische Kennzeichen aufzufinden und benutzte dazu die früheren wie seine eigenen Erfahrungen. Wohl hatte er bemerkt, daß Eine ausgezeichnete Erscheinung bei der Verbindung zweier Körper uns für jeden derselben ein Mittel der Entdeckung abgiebt. So gab ihm die Schwerlöslichkeit der schwefelsauren Kalkerde Veranlassung, in löslichen Kalksalzen und in Schwefelsäure die Mittel zu finden, sich gegenseitig in Auflösungen erkennen zu lassen; so kannte er die Reaction des Silbers auf Salzsäure; er benutzte nebenbei noch die Metallfällungen als Hülfsmittel der Analyse, und wo ihm die Niederschläge nicht genugsam charakteristisch schienen, suchte er Farbenveränderung der Auflösung durch Zusatz von Reagentien als sichereres Kennzeichen anzuwenden.

Boyle. Kenntnisse in der analytischen Chemie.

Das hier Mitgetheilte wird hinlänglich sein, um in Boyle den ersten Begründer der analytischen Chemie auf nassem Wege erblicken zu lassen, um den Beweis zu geben, daß die Principien seiner Verfahrungsweise ganz die noch jetzt eingehaltenen sind.

Einzelne Wahrnehmungen.

Ebenso scharfsinnig, wie in der Zusammenstellung einzelner Erfahrungen zur Begründung eines besondern Zweiges der Wissenschaft, zeigte sich auch Boyle in der Beobachtung von Erscheinungen, welche man damals als weniger bedeutend anzusehen geneigt war. Unter mehreren Versuchen über die Eigenschaften des Phosphors, dessen Entdeckung in seine Zeit fällt, ist z. B. seine Beobachtung wichtig, daß dieser Körper beim Verbrennen einen Rückstand giebt, der alle Eigenschaften einer Säure hat, namentlich sich mit Alkalien und Kalk unter Aufbrausen verbindet. So machte er die Entdeckung der Phosphorsäure; so sind seine Schriften mit unzähligen einzelnen neuen Beobachtungen angefüllt. Die Entdeckung des Kupferchlorürs, der flüchtigen Schwefelleber, die erste sichere Nachweisung eines Unterschieds der Alkalien einmal in fixe und flüchtige, auch nach ihren chemischen Eigenschaften, sodann in solche, welche mit Säure aufbrausen und mit Weingeist gerinnen, im Gegensatz zu denen, welche diese Eigenthümlichkeiten nicht besitzen — gehören zu den besonders hervorzuhebenden seiner zerstreuten Erfahrungen, geben aber von der Reichhaltigkeit derselben nur einen schwachen Begriff.

So sind auch seine Wahrnehmungen über die Eigenschaften animalischer

Boyle. Stoffe, und der Reactionen, welche sie bei Zusatz von anderen Substanzen zeigen, ohne Vergleich verdienstvoller für die Thierchemie, als Alles, was die Jatrochemiker in solcher Beziehung aussprachen. Die Wirkung der Wärme, der Säuren und Alkalien auf Eiweiß, Blut, Milch u. s. w. untersuchte er genauer, und legte durch seine ohne Vorurtheil und mit Umsicht angestellten Versuche einen festen Grund zu weiteren Forschungen.

Anwendung der Chemie. Aber nicht allein die reine, auch die angewandte Chemie verdankt Boyle viele Erweiterungen. Obgleich Gegner der medicinisch-chemischen Theorie verkannte Boyle doch nicht die Bedeutsamkeit der Scheidekunst für die Heilkunde; er empfahl im Gegentheil dringend die Anwendung chemischer Präparate als Arzneimittel und suchte über die eigenthümliche Wirksamkeit neu entdeckter oder noch nicht angewandter Substanzen sowohl durch eigene, als auch durch Beobachtungen ihm befreundeter Aerzte, sich näher aufzuklären.

Von noch größerer Bedeutung sind Boyle's Bemühungen um die technologische Chemie. Die Metallurgie bereicherte er, indem er auch in diese Wissenschaft seine Methode, Erze auf nassem Wege zu probiren, einzuführen suchte, und auch auf andere Zweige des gewerbtreibenden Lebens erstreckte sich sein aufklärender Einfluß. So gab er verbesserte Vorschriften zur Salmiakbereitung, zur Scheidung von Metallen, zur Bereitung von Farben, Beizen, Glasflüssen, zur Bestimmung einer Erde auf ihren Salpetergehalt; so suchte er auszumitteln, für welche fabrikmäßige Operationen, wobei man Hitze nöthig hat, statt Holz ein wohlfeileres Brennmaterial (Steinkohlen, Torf) anwendbar ist, und wie dessen Güte noch erhöht werden kann; so zeigte er sich stets als einen Mann, in dessen Händen weitere Fortschritte in den Naturwissenschaften sogleich eine nützliche praktische Anwendung finden.

Ich habe hier nur den kleinern Theil der Verdienste Boyle's mitgetheilt; um ihn ganz würdigen zu können, muß ich auf die specielle Geschichte der analytischen und technologischen Chemie, der Lehre von den Elementen und der Verwandtschaft, der Verbrennung u. s. w. verweisen; es ist fast kein Zweig der Chemie, für dessen Geschichte sich nicht in Schriften. Boyle's Werken interessante Wahrnehmungen finden. — Bei der großen Anzahl der Schriften dieses ausgezeichneten Forschers kann ich hier nur

über die wichtigsten etwas mittheilen, obgleich eine solche Auswahl schwierig ist. — Der bilderreichen und mystischen Sprache, hinter welcher noch viele Chemiker seiner Zeit die Unbestimmtheit ihrer Ansichten zu verbergen suchten, und die Boyle, als eines aufrichtigen Naturforschers unwürdig, mehrmals tadelte, konnte er keinen größern Gegensatz vorhalten, als den Styl seiner eignen Werke, die mit großer Klarheit abgefaßt sind. Es kamen diese meist gleichzeitig in englischer und lateinischer Sprache heraus, und da beiderlei Ausgaben gleich verbreitet sind, so werde ich in den folgenden Theilen, wo es nöthig ist, seine eigenen Aussprüche zu vergleichen, diese, wie sie mir gerade vorliegen, bald in der einen, bald in der andern Sprache ausgedrückt mittheilen. — Voll von interessanten Erfahrungen und Ansichten ist sein Sceptical chemist (Chemista scepticus), den er 1661 publicirte; nächster Zweck des Werkes war, die Elemente der Peripatetiker ebensowohl, als namentlich die von den Alchemisten angenommenen, zu bekämpfen. In seinen Certain physiological essays (Tentamina quaedam physiologica), die gleichfalls 1661 zuerst herauskamen, bespricht Boyle namentlich die Art, Versuche anzustellen, die Ursachen, weßhalb die Versuche oft mißlingen oder andere Erscheinungen hervorbringen, als die erwarteten. Eben darin äußert er sich auch über die Corpusculartheorie und über die Ursachen des Aggregatzustandes, Festigkeit und Flüssigkeit, der Körper. Seine Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms (1669) enthalten Vieles, was über seine Begriffe von der Verwandtschaft Aufschluß giebt, viele Wahrnehmungen über die Eigenschaften mehrerer Säuren und Salze und überhaupt einen reichen Schatz einzelner Erfahrungen. — Sonst stehen noch viele Beobachtungen von ihm über Säuren und Alkalien, namentlich in Hinsicht ihrer verschiedenen Einwirkung auf die Pflanzenfarben, sowie über die Veränderung und Hervorbringung von Farben im Allgemeinen durch Einwirkung von Reagentien in seinen Experiments and considerations touching colours (Experimenta et considerationes de coloribus), die er 1663 der Oeffentlichkeit übergab. Ueber flüchtiges Laugensalz, welches er außer anderen Substanzen auch aus Blut zu gewinnen wußte, über die chemischen Eigenschaften des Bluts und anderer thierischen Flüssigkeiten theilte er 1684 viele Beobachtungen mit in seinen Memoirs for the natural history of human blood (Apparatus ad historiam naturalem sanguinis). Seine Versuche und Ansichten über Verbrennung, Calcination und verwandte Gegenstände finden sich hauptsächlich

Boyle. Schriften.

Boyle. Schriften.

in seinen Tracts, containing suspicions about some hidden qualities of the air (1674) und seinen Experiments to make Fire and Flame stable and ponderable (Experimentis novis, quibus ostenditur posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque), welche er 1673 herausgab. — Ueber die Anwendung analytischer Operationen auf nassem Wege ist vorzüglich bemerkenswerth sein Previous hydrostatical way of estimating ores und an Account of a way of examining waters as to fressness and saltness, welche letztere Schrift erst nach seinem Tode publicirt wurde. — Mehrere andre, obgleich auch interessante Thatsachen enthaltende, Schriften muß ich hier übergehen; auch die Philosophical Transactions (für 1668 bis 1692) enthalten mehrere Arbeiten von ihm. Die rasche Verbreitung, welche alle seine Schriften erfuhren, wird durch die große Zahl der Auflagen in den verschiedensten Ländern bezeugt; Sammlungen davon wurden zu wiederholten Malen in englischer und lateinischer Sprache veranstaltet.

Fortschritte der Chemie in Deutschland.

Das Vorbild, welches Boyle den Chemikern aufgestellt hatte, wurde keineswegs sogleich allgemein befolgt. Langsam nur ließen sich die Vorurtheile verdrängen, welche bisher noch so viele befangen hatten; die Anhänglichkeit an die ältere Methede, alle Beobachtungen zu Gunsten der hergebrachten Ansichten zu deuten, ließ viele Forscher, die sonst redlichen Willen hatten, weit hinter Boyle zurückbleiben, der kräftig die Mängel der früheren Meinungen aufzudecken und helleres Licht zu verbreiten gesucht hatte. Dieses Festhalten an früheren Ansichten finden wir in diesem Zeitraume über die Chemiker der meisten Länder noch verbreitet, auch für die Deutschlands, welche wir zunächst unserer Betrachtung zu unterwerfen haben.

Das Interesse für chemische Untersuchungen, welches schon in dem vorhergehenden Zeitalter viele Deutsche zu den bedeutenderen Repräsentanten der Chemie hatte werden lassen, erlosch auch in dieser Periode nicht. Der Sinn für vereinigte wissenschaftliche Thätigkeit hatte auch in Deutschland Wurzel gefaßt; der Zersplitterung des Landes und der Mühseligkeiten eines eben erst beendeten langwierigen Krieges ungeachtet, bildete sich schon 1651 ein Privatverein von Gelehrten, der bald sich vergrößernd zu einer für Deutschlands wissenschaftliche Fortbildung wichtigen Akademie ward. Einige Aerzte in Schweinfurt waren es, welche sich zuerst zum Zweck der Naturforschung vereinigten. In abgesonderten Schriften gaben die ersten Mitglieder

Academia Caesareo-Leopoldina.

dieser Societät ihre Abhandlungen heraus; erst nachdem die Zahl der Theilnehmenden sich vermehrt und durch alle deutsche Länder verbreitet hatte, erschienen, von 1670 an, jährlich ihre Miscellanea curiosa sive Ephemerides medico-physicae Germanicae Academiae Naturae curiosorum. Die Gesellschaft erhielt 1672 vom Kaiser Leopold I. ihre Bestätigung, und nannte sich nun Academia Caesareo-Leopoldina. Die Schriften dieser Akademie schon aus jener Zeit enthalten vieles auf Chemie Bezügliche; mehr indeß, was den Geist der damaligen Periode von der Schattenseite kennen lehrt (da viele Abhandlungen noch ganz unter der Abhängigkeit hergebrachter Vorurtheile geschrieben sind, und bei der freiern Verfassung der Gesellschaft überhaupt oft die erforderliche Sichtung des Aufzunehmenden nicht ausführbar war), als was der Chemie zur raschern Förderung gereicht hätte. Die bedeutenderen Chemiker, welche Deutschland damals aufzuweisen hatte, stehen mit dieser Akademie und ihrer Zeitschrift nur in sehr entfernter Verbindung; einige chemische Beobachtungen wurden indeß doch darin von einem Manne mitgetheilt, der durch seine Entdeckungen überhaupt, durch den hohen Ruhm, den er seiner Zeit als Chemiker genoß, hier eine ausgedehntere Betrachtung in Anspruch nimmt. Kunkel, ein Zeitgenosse Boyle's, förderte die Chemie durch eine Menge wichtiger Beobachtungen, wenn er auch leider dem englischen Gelehrten an Gelehrsamkeit und an dem Vermögen, sich von Vorurtheilen loszureißen, nachstand. Kunkel.

Johann Kunkel war 1630 zu Rendsburg in Holstein geboren, wo sein Vater als Scheidekünstler und Alchemist von dem Herzog unterhalten wurde. Er beschäftigte sich schon früh mit der Chemie, mit der technischen sowohl als auch mit der pharmaceutischen, nahm indeß zugleich jetzt schon alchemistische Begriffe in sich auf, welche später vielen seiner Forschungen eine schiefe Richtung gaben. Dieses Streben, welches er unverdrossen verfolgte, und seine unter den damaligen Alchemisten nicht häufig gefundene Redlichkeit, bestimmten meist seine Lebensverhältnisse; er diente vorzugsweise den Fürsten, die an die Möglichkeit der Goldmacherkunst glaubend einen zuverlässigen Mann auf ihre Kosten arbeiten lassen wollten. So kam Kunkel schon 1654 in die Dienste der Herzoge Franz Karl und Julius Heinrich von Lauenburg, als Kammerdiener, Chemist und Aufseher der Hof- und Leibapotheke. Mit seinen Herren untersuchte er viele Processe, wie man angeblich Gold erhalten könne, ohne daß jedoch ein günstiges Re- Leben.

Kunkel. Leben.

sultat erzielt worden wäre. Er verließ seine Stellung in Lauenburg, um in gleichen Verhältnissen in den Dienst des Kurfürsten Johann Georg II. von Sachsen überzutreten; sein Aufenthalt in Dresden wurde ihm indeß, namentlich durch die Anfeindungen und Verleumdungen mißgünstiger Gehülfen, so verleidet, daß er aus dem sächsischen Dienste austrat und nach Wittenberg übersiedelte, wo er, jedoch nur kurze Zeit, an der Universität Vorlesungen über Experimentalchemie hielt. Von Wittenberg wurde er 1679 durch den Kurfürsten Friedrich Wilhelm von Brandenburg nach Berlin berufen, wieder als geheimer Kammerdiener und Director des (alchemistischen) Laboratoriums. Nach dem Tode dieses Fürsten schien er überflüssig zu werden, sein Laboratorium wurde ihm durch Brandstiftung zerstört, und auch in Berlin fühlte er sich nun nicht länger zufrieden. Er kaufte sich ein Landgut in der Mark, um da ungestört seinen chemischen Arbeiten nachgehen zu können, blieb indeß auch hier nicht lange, sondern folgte nun einem Ruf nach Stockholm, wo ihn Karl XI. zum Bergrath ernannte, ihn auch später, mit dem Beinamen von Löwenstern, in den Adelstand erhob. Kunkel starb zu Stockholm 1702.

Allgemeiner Charakter.

Kunkel's unvollkommene Erziehung ließ ihn noch vielen Vorurtheilen huldigen, und namentlich die Möglichkeit der Metallverwandlung und die Aufsuchung der Mittel, sie zu bewerkstelligen, beschäftigte ihn mehr, als sonst in der Richtung der aufgeklärteren Chemiker seiner Zeit lag. Er glaubte fest an die Existenz eines Steins der Weisen, und daß derselbe schon dargestellt worden sei; seine Ueberzeugung, daß sich Gold künstlich hervorbringen und vernichten lasse, beruhte auf mißverstandenen Versuchen, deren ich besser in der speciellen Geschichte der Alchemie erwähne. Die Verleumdungen seiner Gehülfen, daß Kunkel das Geheimniß der Goldmacherkunst besitze, aber es für sich behalten wolle, zogen ihm, namentlich in Dresden, Unannehmlichkeiten zu; sie hingegen verschafften ihm auch den Ruf nach Berlin. Kunkel selbst jedoch gab in keiner Weise zu einem solchen Glauben Anlaß; er wollte nicht für einen Besitzer des Steins der Weisen gelten, und täuschte keinen seiner Gönner, deren Ungeduld im Gegentheil durch seine Aufrichtigkeit nicht befriedigt wurde. Mit Redlichkeit handelte er stets, wenn auch mit Vorurtheilen; er machte sich stets nur anheischig, zu suchen, nicht aber zu finden. Wahrheitsliebend zeigte er sich in allen seinen Schriften; er verhehlt nicht das Unfruchtbare seiner eigenen Bemühungen, und

offen deckt er die Betrügereien anderer Alchemisten auf So zeigte er namentlich die Ungereimtheit des Glaubens an ein allgemeines Auflösungsmittel, das Alkahest, die Täuschungen mit den sogenannten Goldtincturen, welche damals noch oft zu hohen Preisen verkauft wurden, und von denen er darthat, daß sie keine Spur von Gold enthalten, sondern nur aus gewürztem Branntwein bestehen, dem durch einen Zusatz von gebranntem Zucker eine Goldfarbe mitgetheilt ist. Ebenso eiferte er gegen den Glauben an eine Palingenesie der Gewächse und viele andere Geistesverirrungen der damaligen Zeit. Kunkel.

Aehnlich wie Boyle, wenn auch nicht seine Ansicht durch so scharfe Schlußfolgerungen unterstützend, zeigte Kunkel das Unbegründete der Ansichten, welche viele Chemiker bis dahin über die Elementarzusammensetzung aller Körper hegten. Er kämpfte eifrig dagegen, daß Quecksilber, Schwefel und Salz die letzten Bestandtheile aller Körper seien, und zeigte, daß in den organischen Substanzen kein Quecksilber, in den reinen Metallen kein Schwefel enthalten sein könne. Aber andrerseits vertheidigte er auch, daß alle Metalle Quecksilber in sich enthalten, und gab durch seine Autorität diesem Irrthum eine neue Stütze. Daß seine analytischen Kenntnisse nicht die ausgebildetsten, selbst nach dem Zustande der damaligen Zeit, waren, zeigt sich schon hieraus; außerdem auch noch in vielen anderen seiner Angaben. Ob er gleich im Zinnober, Spießglanz und mehreren anderen Mineralien einen Schwefelgehalt richtig erkannt hatte, leugnete er diesen doch für Bleiglanz, Rothgültigerz, Glaserz und andere solcher Stoffe, die ebensowohl Schwefel enthalten, und das noch dazu seinen eigenen Versuchen entgegen, nach welchen er auf synthetischem Wege, durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Blei und Silber, ähnliche Substanzen hervorgebracht hatte. Solche Verirrungen ließ er sich zahlreich zu schulden kommen; sie finden sich wieder in seiner Annahme, daß aller Weingeist eine Säure enthalte, daß sich Alkalien und Säuren in einander umwandeln lassen u. s. w.

Chemische Ansichten und Erfahrungen. Ueber die Elemente.

In der analytischen Chemie.

Kunkel's Ansichten über die Verbrennung sind die herrschenden seines Zeitalters. Den Schwefel betrachtet er als aus einem verbrennlichen Stoff und Schwefelsäure zusammengesetzt, die Gewichtszunahme bei der Verkalkung der Metalle schrieb er, wie Boyle, der Verdichtung von wägbarer Feuermaterie zu.

Ueber die Verbrennung.

Kunkel. Einzelne Erfahrungen.

Seine Verdienste um die Chemie bestehen weniger in der Aufstellung allgemeiner Ideen, als vielmehr in der Constatirung einzelner Thatsachen, mit deren Entdeckung er die chemischen Kenntnisse erweiterte. Ich werde in den folgenden Theilen solcher einzelnen Erfahrungen viele zu erwähnen haben, und hebe hier nur die folgenden aus, als Beweis für seine Geschicklichkeit im Experimentiren und Beobachten. Für die Bereitung des Phosphors entdeckte er die richtige Methode, nachdem die von einem Andern geheim gehaltenen Versuche die Existenz dieses Körpers angezeigt hatten; auch suchte er den neu entdeckten Stoff gleich medicinisch anzuwenden. Er beobachtete die Fällung von Gold- oder Silbersolution durch organische Materien und Vitriol; er nahm zuerst die Bildung von Stearopten in flüchtigen Oelen wahr, und lehrte die Bereitung des Salpeteräthers. Seine chemischen Kenntnisse wandte er vorzüglich auf die Glasbereitung an, wo man ihm neben allgemeineren Vorschriften namentlich genauere Angaben zur Darstellung des Beinglases, des Aventuringlases und zur Färbung desselben mit Goldkalk verdankt.

Schriften.

Kunkel's Schriften sind alle in deutscher Sprache verfaßt, doch wurden sie, der Sitte der damaligen Zeit gemäß, sogleich nach ihrem Erscheinen auch in lateinischer Sprache verbreitet. Seine Ausdrucksweise darin wird oft durch die beständige Bezugnahme auf alchemistische Grundsätze unverständlich; in der Entwicklung theoretischer Sätze ist er selten klar, doch sind die Thatsachen meist mit Deutlichkeit beschrieben. Er publicirte 1676 »nützliche Observationes oder Bemerkungen von den fixen und flüchtigen Salzen, Auro et Argento potabili, Spiritu mundi und dergleichen.« Darauf folgten 1677 seine »Chymischen Anmerkungen, darin gehandelt wird von denen Principiis chymicis u. s. w.« Die erweiterte lateinische Ausgabe von 1694 führt den Titel Philosophia chymica. Ueber den Phosphor gab er 1678 eine »Oeffentliche Zuschrift von dem Phosphoro mirabili und dessen leuchden Wunder-Pilulen u. s. w.« heraus; über den Weingeist 1681 eine Epistola contra Spiritum vini sine acido, welche angegriffen wurde, und zu deren Rechtfertigung er 1685 einen »Probirstein de Acido et Urinoso, Sale calido et frigido«, an die Societät zu London gerichtet, schrieb. Ueber die Glasbereitung handelte er 1689 in seiner Ars vitraria experimentalis. — Die Cäsareo-Leopoldinische Gesellschaft nahm 1694 einen Aufsatz von ihm, über die Austreibung der Salpetersäure durch weißen Arsenik, in ihre Schrif-

ten auf. Nach seinem Tode (1716) wurde sein Collegium physico-chymicum experimentale seu Laboratorium chymicum publicirt, worin sich auch viele Nachrichten über seine Lebensverhältnisse von ihm selbst erzählt finden. — Eine (unvollständige) Sammlung seiner Schriften wurde 1721 unter dem Titel: „V curiose chymische Traktätlein" herausgegeben.

Becher. Leben.

Gleichzeitig mit Kunkel lebte Becher, dessen Ansichten zur Grundlage der leitenden Theorie dieses Zeitalters, über die Verbrennungserscheinungen, wurden, und ihm eine Stelle unter den einflußreicheren Chemikern sichern. Johann Joachim Becher war 1635 zu Speyer geboren, wo sein Vater Prediger war. Die Schrecken des dreißigjährigen Kriegs zerrütteten den Wohlstand seiner Familie, und bei dem baldigen Tode seines Vaters war Becher genöthigt, schon in frühster Jugend sich und seine Angehörigen durch Unterricht zu ernähren. Diese ungünstigen Umstände vermochten nicht, seine Neigung zu wissenschaftlicher Ausbildung zu unterdrücken; mit regem Eifer studirte er, was nur immer in sein Bereich kam, und erwarb sich vielseitige und tiefe Kenntnisse. Konnten indeß auch diese widerwärtigen Verhältnisse, unter denen Becher's erste Jugend verfloß, seinen wissenschaftlichen Sinn nicht lähmen, so scheinen sie doch Ursache gewesen zu sein, daß er immer eine Bitterkeit und stete Unzufriedenheit mit seiner Umgebung beibehielt, welche ihn selbst die glücklichste Lage nicht anerkennen ließ. Später fand er Gelegenheit, außer Deutschland noch Schweden, Holland und Italien zu bereisen, und sich hier den ausgezeichnetsten Gelehrten bekannt zu machen. Er wurde 1666 durch den Kurfürsten von Mainz zum Professor der Medicin an der dortigen Universität und bald darauf auch zum Leibarzt ernannt, gab aber diese Stellung sehr bald auf, indem er als Leibarzt des Kurfürsten von Baiern nach München ging. Auch hier konnte er Unannehmlichkeiten nicht vermeiden, und wandte sich nun nach Wien, wo er an dem Grafen Zinzendorf, der damals das Finanzwesen der österreichischen Monarchie leitete, einen mächtigen Gönner gewann. Hier wurde er zum kaiserlichen Commerz- und Kammerrath ernannt; er konnte sich indeß auch Zinzendorf's Gunst nicht lange erhalten, die im Gegentheil sich in solche Anfeindung verwandelte, daß es Becher zu seiner Sicherheit für nöthig erachtete, nicht nur Wien, sondern auch Deutschland zu verlassen. So sehen wir ihn 1678 zu Haarlem in Holland, wo er einige Jahre verweilte, aber schon 1680 ging er wieder weg, nach Großbrittanien,

Becher. wo er die Bergwerke und die Art ihres Betriebs studirte und zu verbessern suchte; und mitten in diesen Beschäftigungen endete er 1682 sein ruheloses und thätiges Leben.

Allgemeiner Charakter. Becher's Wichtigkeit für die Geschichte der Chemie besteht weniger in der Entdeckung neuer Thatsachen, als vielmehr in der Erklärung und Zusammenfassung schon früher bekannter. An Kunkel schließt er sich an, was den Glauben an Metallverwandlung betrifft, aber von der bescheidenen Ausdrucksweise dieses Chemikers sticht Becher's oft lächerlich eitle Sprache gewaltig ab. An Glauber, aber ihn weit übertreffend, erinnert manchmal Becher in seinem Hange zur Projektmacherei, die er indeß auch thätig zu realisiren suchte. So machte er schon 1673 den Generalstaaten von Holland den Antrag, ihnen durch Zugutemachung des Meersandes, nach Abzug aller darauf zu verwendenden Unkosten, eine jährliche Einnahme von einer Million Thaler zu verschaffen. Sand nämlich, mit gewissen Zuthaten geschmolzen, sollte an eine Mark Silber, die man beisetze, immer 1 Aß Gold mittheilen, und stelle man den Proceß täglich mit 1,000,000 Mark Silber an, so würde der jährliche Gewinn die angegebene Summe betragen. Die Staaten von Holland fanden den Vorschlag nicht übel, und sicherten 1678 dem Erfinder eine Prämie und eine Dividende an dem zu hoffenden Gewinn zu; 1679 wurde eine Probe veranstaltet, und durch Zusatz von 1 Mark Silber zu Meersand 6 Aß Gold ausgebracht. Dieses glücklichen Anfangs ungeachtet wurde der Versuch nicht weiter fortgesetzt, und nach Becher's Abreise von Holland wurde das Projekt ganz aufgegeben. Solcher Vorschläge, welche für Becher's Speculationsgeist charakteristisch sind, machte er mehrere; die Möglichkeit der Metallerzeugung bewies er durch Versuche, indem er Lehm mit Oel tränkte und glühte, und das so erzeugte Eisen dann mit dem Magnet auszog. — Uebrigens waren Becher's alchemistische Bemühungen nie durch Habsucht geleitet, er überläßt es dem Pseudochemiker, die Darstellung von Gold als einzigen Zweck seiner Arbeit im Auge zu haben, er aber suche, versicherte er, nach der Wissenschaft, die ihm lieber sei, als alles Gold.

Chemische Ansichten. Die theoretischen Ansichten, durch welche Becher großen Einfluß auf die Chemie ausgeübt hat, gehen hauptsächlich auf die Zusammensetzung der Körper. Die wesentlichsten seiner Behauptungen sind folgende: Alle un-

terirdischen Körper (die Substanzen der unorganischen Chemie) sind erdiger Natur, und zwar lassen sich ihre Bestandtheile auf die einfachen erdigen Substanzen zurückführen. Die drei Grunderden sind die verglasbare, die brennbare (Terra pinguis) und die mercurialische, als Principien der Schmelzbarkeit, Brennbarkeit und Flüchtigkeit; der Begriff, den er diesen drei Elementen beilegte, nähert sich also sehr dem, was die Alchemisten unter Salz, Schwefel, Quecksilber verstanden, und Becher's Theorie sucht die der Alchemisten weniger zu bekämpfen, als vielmehr sich an sie anlehnend nur zu berichtigen. In allen Metallen sind nach Becher jene drei Grunderden vorhanden, nur in verschiedenen Verhältnissen mit einander vereinigt; mit Wasser verbunden, bilden sie die Salze, und namentlich entsteht durch diese Verbindung eine gewisse Ursäure (Acidum primigenium), welche als Bestandtheil in allen Säuren enthalten sei, und diesen die saure Eigenschaft mittheile. Insofern er eine brennbare Erde in den Metallen und in den anderen entzündlichen Körpern annahm, und die Verbrennung als auf der Vertreibung der brennbaren Erde beruhend ansah, legte er den Grund zu der phlogistischen Theorie, die wir bald durch Stahl weiter ausgebildet sehen.

Becher. Chemische Ansichten.

Die praktischen Angaben Becher's sind weniger bedeutend. In seiner Angabe, daß aus Vitriol oder dessen Säure mit Weinsteinöl oder Borax ein flüchtiges Salz erhalten werden könne, hat man die Entdeckung des Sedativsalzes sehen wollen; offenbar mit Unrecht. Auf einem Irrthum muß auch seine Angabe beruhen, daß er Vitriolöl und Weingeist, beide rectificirt, bei der Mischung sich habe entzünden sehen. Durch Geheimnißkrämerei sind einige Entdeckungen von ihm unfruchtbar geworden, denn sie mußten noch einmal gemacht werden, damit seine Angaben nur verständlich und glaublich wurden, und dann waren diese schon vergessen. Ich werde bei der speciellen Geschichte der Phosphorsäure z. B. hierher Gehöriges zu berichten haben. Lange noch nach seiner Zeit waren hingegen die tragbaren Oefen geschätzt, welche er zu chemischen Versuchen construiren lehrte.

Schriften.

Becher's Schriften sind zahlreich; ein großer Theil derselben ist der chemischen Literatur fremd und betrifft Geschichte, Finanzwesen, Technologie, Pädagogik u. s. w. Von seinen chemischen Werken nenne ich hier die wichtigeren. Aus der Zeit seines Aufenthalts in München rühren her die Acta laboratorii chymici Monacensis seu Physica subterranea, 1669; dies Werk, bekannter unter dem letztern Titel, den auch die späteren Auflagen

Becher. Schriften. allein führen, enthielt unter anderm die Grundlage der phlogistischen Ansichten über die Verbrennung; drei Supplementa dazu bilden das Experimentum chymicum novum, quo artificialis et instantanea metallorum generatio et transmutatio ad oculum demonstratur (1671, worin die Erzeugung des Eisens gelehrt wird), die Demonstratio philosophica zu gleichem Zweck (1675), und das Experimentum novum de minera arenaria perpetua (1680, die oben besprochene Goldfabrication betreffend). Seine Theorie über die Zusammensetzung der Körper stellte er concentrirter, als dies in der Physica subterranea geschehen war, in seinem letzten Werke, dem Alphabetum minerale seu viginti quatuor theses Chymicae (1682) zusammen. Die Verbesserung einiger chemischen Geräthschaften lehrt sein Laboratorium portabile (1680). — Becher's Schriften erschienen zuerst in lateinischer Sprache, seinen Styl erkennt er selbst als fehlerhaft an (Excuso latinitatem in hoc opere, quam barbaram esse fateor. Rebus attentus, verba neglexi, sagt er in der Physica subterranea). Der deutschen Uebersetzungen, die immer bald nachfolgten, ungeachtet, wurde seinen Büchern wenig Aufmerksamkeit geschenkt, und erst Stahl lenkte diese darauf hin, indem er zeigte, wie die darin enthaltenen Ansichten zur Erklärung vieler chemischer Erfahrungen treffliche Anhaltspunkte bieten.

Diese Anerkennung und Ausbildung der theoretischen Angaben Becher's fand indeß nicht mehr in dem 17. Jahrhunderte Statt; nur wenig kümmern sich darum die bedeutendsten Chemiker desselben, welche nach Becher und noch gleichzeitig mit Kunkel als Repräsentanten der Chemie zu nennen sind. Einige französische Chemiker haben wir als solche noch aus dieser Zeit anzuführen, bevor wir die weitere Entwicklung der Becher'schen Theorie betrachten können.

Fortschritte der Chemie in Frankreich. Frankreich hatte in dem vorhergehenden Zeitalter keinen Chemiker hervorgebracht, dessen Einfluß auf die Wissenschaft ein entschiedener und selbstständiger gewesen wäre. In dem jetzt zu besprechenden sehen wir größere Theilnahme für die Chemie in diesem Lande, gleichfalls hervorgerufen durch den immer zunehmenden Forschungsgeist, der auch in Frankreich sich in der Bildung einer der einflußreichsten gelehrten Gesellschaften concentrirte.

Pariser Akademie. Schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts bildeten sich zu Paris Vereine von Gelehrten, die sich vorzugsweise mit naturwissenschaftlichen Versuchen beschäftigten, allein es fehlte ihnen an öffentlichem Ansehen und an

Unterstützung. Beides wurde der Académie des sciences zu Theil, deren Errichtung, nach dem Muster der kurz zuvor zu London gestifteten Societät, Ludwig XIV. auf des Ministers Colbert Antrag 1666 genehmigte. Doch bestand sie immer noch, wenn auch unter königlicher Protection, eigentlich mehr als Privatgesellschaft, und die Arbeiten ihrer Mitglieder wurden damals noch nicht gesammelt zu bestimmten Zeiten herausgegeben. Erst von 1692 an publicirte die Akademie ihre Mémoires, regelmäßig seit 1699, wo sie als Staatsinstitut anerkannt wurde und eine Reorganisation erhielt. Diese Memoiren, die bis 1793 regelmäßig erschienen, schließen eine Menge Arbeiten ein, welche an der Erweiterung der Chemie und der spätern Umgestaltung ihrer theoretischen Ansichten großen Antheil haben; von der ersten Entstehung der Akademie an war die Scheidekunst in ihr wohl vertreten und ihre Ausbildung vorzüglich berücksichtigt. Unter den Mitgliedern der Gesellschaft aus jener Zeit, deren Betrachtung uns jetzt beschäftigt, sind Homberg und Lemery besonders zu nennen.

Wilhelm Homberg, einer ursprünglich sächsischen Familie angehörig, war 1652 zu Batavia geboren, wo sein Vater in Diensten der ostindisch-holländischen Compagnie stand. Noch sehr jung, als dieser nach Europa zurückkehrte, empfing Homberg seine erste Ausbildung zu Amsterdam; er bestimmte sich dem Studium der Rechte, studirte zu Jena, Leipzig und Prag, und ließ sich 1674 als Advocat zu Magdeburg nieder. Hier beschäftigte er sich nebenbei mit Naturwissenschaften, zuerst mit Botanik und Astronomie, dann mit den physikalischen, worin er hauptsächlich durch den berühmten Otto von Guerike, damals Bürgermeister zu Magdeburg, geleitet und unterstützt wurde. Das zunehmende Interesse an solchen Forschungen ließ endlich Homberg den Entschluß fassen, sich ihnen ganz zu widmen; er gab die Ausübung der Rechtswissenschaft auf und ging nach Italien, wo er längere Zeit zu Padua, Bologna und Rom Naturwissenschaften und Medicin studirte. Von hier reis'te er durch Frankreich nach England, wo er mit Boyle befreundet wurde, in dessen Laboratorium er sich einige Zeit mit Chemie beschäftigte. Nach Deutschland zurückgekehrt, erlangte er zu Wittenberg den Doctorsgrad in der Medicin und machte Kunkel's Bekanntschaft. Er bereis'te nun Ungarn, ging nach Schweden und von da zum zweiten Mal nach Frankreich, wo er sich an die bedeutenderen Chemiker in Paris ganz anschloß. Im Jahr 1682 trat er zu

Homberg. Leben.

Homberg.

der katholischen Religion über und lebte zu Paris bis 1688, wo er wieder nach Rom ging. Während eines mehrjährigen Aufenthalts in dieser Stadt erwarb er sich einen bedeutenden Ruf als Arzt, und als er 1691 nach Paris zurückkehrte, wurde er zum Mitglied der Akademie erwählt. Seine persönlichen Verhältnisse wurden noch mehr gesichert, da ihn 1704 der Herzog von Orleans zu seinem Leibarzt ernannte, welche Stellung er bis zu seinem Tode, 1715, bekleidete.

Theoretische Ansichten.

Homberg hat viele für die Chemie wichtige Entdeckungen gemacht, aber sie stehen zu vereinzelt da, als daß ich hier einen zusammenhängenden Ueberblick über alle geben könnte. Theoretische Ansichten finden sich weniger bei ihm in der Art erörtert, daß die Wissenschaft Vortheil davon gezogen hätte; als Urbestandtheil der Körper nimmt er noch ganz, wie die Alchemisten, Schwefel, Salz und Quecksilber an; hinsichtlich desjenigen Schwefels, den er als Element betrachtet, nähert sich indeß sein Begriff dem, was Becher unter seiner brennbaren Erde verstand. Homberg hielt allen verbrennlichen Antheil jedes Stoffs für Schwefel, und behauptete, er sei gleich in den Pflanzen und in den verbrennlichen Mineralien. Den gemeinen Schwefel hielt er für eine Zusammensetzung von Erde, Säure und verbrennlichem Stoff. Die Annahme dieser letztern beiden Bestandtheile charakterisirt wieder den Anhänger der leitenden Theorie dieses Zeitalters. Uebrigens war auch Homberg noch von der Möglichkeit der Metallverwandlung fest überzeugt; seine Versuche hierüber, und worauf sein Irrthum beruhte, werde ich in der speciellen Geschichte der Alchemie angeben.

Chemische Erfahrungen.

Die Aufzählung einiger praktischen Arbeiten Homberg's zeigt uns, daß er gut zu beobachten, weniger gut aber seine Beobachtungen zu interpretiren verstand. Er entdeckte die Bereitung des Pyrophors durch Calcinirung verbrennlicher Substanzen mit Alaun; er beobachtete die Phosphorescenz des geschmolzenen salzsauren Kalks; ihm gelang es zuerst, die Borarsäure aus dem Borax durch Vitriolöl abzuscheiden, ohne daß er indeß ihre Natur und ihr Verhältniß zum Borax erkannt hätte, da er sie für ein vitriolisches (schwefelsäurehaltiges) Salz hielt. Er stellte viele Beobachtungen an über die Entzündung der Oele durch Mischung mit Schwefel- und Salpetersäure, über die leichte Schmelzbarkeit einer Legirung von Zinn, Blei und Wismuth, über die Wirkungen, welche (mittelst eines großen Brennglases hervorgebrachte) sehr verstärkte Hitze auf die Metalle und Mineralien ausübt, und

ähnliche Gegenstände. — Den Gehalt an eigentlicher Säure in einer gegebenen Quantität einer Verdünnung derselben lehrte er genauer bestimmen durch Concentriren an einer bestimmten Menge Alkali, und suchte so zugleich auszumitteln, mit wieviel Säure sich eine bestimmte Menge Alkali zu Salz verbindet (auf die Resultate werde ich in der Geschicht der analytischen Chemie und der Stöchiometrie zurückkommen). Auch bemühte er sich, für die Technologie seine Erfahrungen nützlich zu machen; er lehrte die Bereitung von Tusche und Carminlack, verbesserte die Methode für die Scheidung der edlen Metalle, gab einen Firniß an, um Eisen vor Rost zu schützen u. a. So stellte er noch viele einzelne Untersuchungen an, welche indeß in den folgenden Theilen besser Platz finden. Homberg. Chemische Erfahrungen.

Seine schriftstellerischen Leistungen sind sämmtlich in den Memoiren der Pariser Akademie niedergelegt; die Jahrgänge 1692 bis 1714 enthalten über dreißig Abhandlungen von ihm. Schriften.

Homberg's College in der Akademie war Nicolaus Lemery, der sich gleichfalls einen in der Geschichte der Chemie geehrten Namen zu erwerben wußte. Dieser war 1645 zu Rouen geboren, und zeigte schon frühe große Neigung zur Scheidekunst. Er bestimmte sich deßhalb dem Apothekerstande, und kam zu einem Verwandten seines Hauses, der diese Kunst betrieb, in die Lehre; aber der Unterricht, den er hier empfing, genügte ihm nicht. Er ging 1666 nach Paris, wo ihm aber auch die geistlosen Beschäftigungen der damals berühmtesten Chemiker dieser Stadt wenig zusagten und sein strebender Geist unbefriedigt blieb. Bald verließ er Paris wieder, und ließ sich zu Montpellier nieder, wo er die Heilkunde ausübte, und zugleich sich mit dem Unterricht junger Leute in der Chemie abgab. Mehrere Jahre hindurch lag er diesen Beschäftigungen ob, und sein Ruf als Lehrer der Chemie hatte sich bereits ziemlich fest begründet, als er 1672 nach Paris zurückkehrte. Hier errichtete er nun eine Officin, deren Ertrag ihm reichliches Auskommen sicherte, und hielt öffentliche Vorlesungen über Chemie, welche stark besucht wurden und den Ruhm seiner Gelehrsamkeit in alle Classen der Gesellschaft und weithin trugen; von dem Auslande her strömten Wißbegierige zu, um seinen Unterricht zu genießen. Aber nur wenige Jahre genoß er dieses glücklichen Zustandes. Schon 1681 begannen die Verfolgungen gegen ihn wegen seiner Religionsmeinungen (er war Pro- N. Lemery. Leben.

N. Lemery. Leben.

testant); doch hielt er sich noch in Frankreich für sicher und lehnte einen Ruf nach Berlin ab, wohin ihn der Kurfürst von Brandenburg als Professor der Chemie zu gewinnen wünschte. Allein schon 1683 mußte er nach England flüchten, wo ihn Karl II. wohlwollend aufnahm. Inzwischen schien sich die Aufregung in Frankreich gelegt zu haben, und Lemery kehrte 1684 zurück, hoffend, er werde nun, wenn auch nicht als Lehrer der Wissenschaft, doch als Arzt geduldet werden. Er erwarb sich auf der Universität zu Caën den Rang eines Doctors der Medicin, und trat wieder als praktischer Arzt in Paris auf. Aber noch fand er keine Ruhe; die Aufhebung des Edikts von Nantes (1685) entzog den Protestanten das Recht, die Arzneiwissenschaft ausüben zu dürfen, und Lemery sah sich so mit seiner Familie dem Mangel und der Verfolgung preisgegeben. So widrige Umstände zu ertragen, war er nicht stark genug; 1686 opferte er seine Ueberzeugung und trat zur katholischen Religion über; obgleich selbst nach diesem Schritt die medicinische Facultät und das Gremium der Apotheker ihm anfangs die Aufnahme versagten, wurden ihm nun doch später wieder die früheren angenehmen Verhältnisse zu Theil. Als Arzt und Chemiker gewann er bald wieder großes Ansehen; 1699 wurde er in die Akademie aufgenommen, deren thätiges Mitglied er bis zu seinem Ende (1715) blieb.

Chemische Kenntnisse.

Lemery's Verdienste um die Chemie sind auf einige eigene neue Wahrnehmungen, besonders aber auf thätige Verbreitung der Wissenschaft begründet. — An der Ausbildung der theoretischen Ansichten hat er nur wenig Antheil; wie Boyle und Kunkel schrieb er die Gewichtszunahme bei Verkalkung der Metalle auf Rechnung eines ponderablen Feuerstoffs. Seine Experimentaluntersuchungen behandeln alle sehr vereinzelte Gegenstände; ich erwähne hier nur, daß er die zu seiner Zeit noch sehr gangbare Ansicht widerlegte, in dem Quecksilbersublimat rühre die ätzende Eigenschaft von einem Gehalt an Vitriolsäure her; seine Arbeiten über Kuhharn, Kellerasseln und ähnliche Gegenstände zeigen die Art, wie man zu jener Zeit Analysen organischer Stoffe auszuführen suchte, können indeß hier nicht weiter besprochen werden. — Was Lemery noch auszeichnete, war die Anwendung, welche er von seinen chemischen Kenntnissen zur Erklärung von bisher räthselhaften Naturerscheinungen zu machen wußte; so wandte er seine Beobachtung, daß Eisenfeile mit Schwefel feucht gemengt sich erhitzt, und bei größeren Mengen wohl gar Entzündung eintreten kann, zur Er-

klärung der vulkanischen Erscheinungen an, und betrachtete zuerst diese als auf einem chemischen Proceß beruhend. N. Lemery.

Seine Entdeckungen hat Lemery in mehreren Abhandlungen mitgetheilt, welche in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre 1700 bis 1712 enthalten sind. — Eine große Reihe von Versuchen über das Antimon und die Präparate aus demselben beschrieb er 1707 in seinem Traité de l'antimoine. Sein Hauptwerk aber, das ihn vorzüglich berühmt gemacht hat, ist das Lehrbuch der Chemie, welches er unter dem Titel: Cours de chymie, zuerst 1675 publicirte, ein Buch, welches alle seiner Zeit bekannten chemischen Wahrnehmungen umfaßte und durch einen innern Zusammenhang zu verknüpfen suchte. Lemery's Cours de Chymie war viele Jahre hindurch das beste Lehrbuch der Chemie, und selbst, als diese Wissenschaft bedeutend weiter vorgeschritten war, wurde noch das Vortreffliche der ursprünglichen Anlage dieses Werks, wie sie Lemery construirt hatte, anerkannt, und in neuen Ausgaben die späteren Entdeckungen dem alten Plan nur eingeschaltet. Noch während des Verfassers Lebzeiten wurde der Cours de chymie dreizehnmal aufgelegt, und noch 1756 erschien in Frankreich unter dem alten Titel eine freilich nunmehr sehr veränderte Ausgabe dieses Buchs. Auch außerhalb Frankreich sicherte die Vorzüglichkeit desselben ihm weite Verbreitung, wie viele Uebersetzungen in die lateinische, deutsche, englische, französische und spanische Sprache beweisen; es schien sogar im Auslande sich noch länger sein Ansehen zu erhalten, da noch 1763 eine neue italiänische Ausgabe desselben veranstaltet wurde. Schriften.

Mit Nicolaus Lemery ist nicht sein Sohn Ludwig Lemery zu verwechseln, der sich ebenfalls als Chemiker bekannt gemacht hat, hier indeß nur kurz zur Unterscheidung angeführt werden mag. L. Lemery war 1677 zu Paris geboren, war Arzt und Mitglied der Akademie und starb 1743; ich werde in den folgenden Theilen mehrere Entdeckungen von ihm anzuführen haben; seine Schriften sind in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre 1701 bis 1743 enthalten. L. Lemery.

Von den bisher genannten Chemikern hatte keiner eine umfassendere Theorie in die Chemie einzuführen gesucht; in Becher's Schriften waren zwar die Grundzüge einer solchen enthalten, aber er wußte seine Ansicht nicht zu der herrschenden zu erheben; unter den anderen kam ihm Homberg Begründung der Phlogistontheorie in Deutschland.

Begründung der Phlogistontheorie in Deutschland.

hinsichtlich seiner Meinungen über die Verbrennung am nächsten, aber auch durch diesen wurde die Theorie der Chemie noch nicht festgestellt. Mit dem Ende des 17. Jahrhunderts aber sehen wir in Deutschland die Andeutungen Becher's wieder aufgenommen und zu einer Theorie entwickelt, welcher bald ungetheilte Beistimmung aller Chemiker zu Theil wird.

Die Entwicklung der Chemie lehnt sich jetzt vorzugsweise an diese Theorie an; um ihre Ausbildung zu verfolgen, muß ich indeß in der folgenden Darstellung weniger die streng chronologische Aufeinanderfolge der Chemiker betrachten, als vielmehr den Zusammenhang, in welchem die verschiedenen Chemiker zu einander stehen. Von Deutschland geht die Zusammenfassung der wichtigsten chemischen Erfahrungen in Eine Theorie aus, und die deutschen Chemiker dieses Zeitalters folgen sich in einer Reihe, die sich nicht wohl unterbrechen läßt; in Frankreich wird diese Theorie sogleich angenommen, und gleichfalls von einer Reihe Chemiker bearbeitet, deren Thätigkeit in einem fortlaufenden Zusammenhange steht. Gegen das Ende dieses Zeitalters werden in Schweden und England chemische Untersuchungen ausgeführt, zunächst noch an die bisherige Theorie sich anlehnend, aber den Uebergang zu einer neuen vermittelnd; die Gelehrten je eines Landes üben gleichfalls den größten Einfluß auf einander aus. So gestaltet sich die Darstellung der Fortschritte der Chemie in dem Rest dieses Zeitalters zu der Betrachtung verschiedener Gruppen von Gelehrten, welche wir nach einander durchgehen wollen, ohne jedoch das Gemeinsame, was die gleichzeitigen Chemiker verbindet, aus den Augen zu verlieren.

In Deutschland kommen die theoretischen Ansichten Becher's zuerst zur weitern Ausbildung, und zwar stehen die deutschen Chemiker dieser Periode alle mit Einem Centrum in weiterer oder engerer Verbindung, von wo aus für Deutschland während dieser Zeit die Bearbeitung der Chemie besonders gefördert wird. Berlin ist für sie dieser Mittelpunkt während des Zeitalters der phlogistischen Theorie, und die Reihe ausgezeichneter Chemiker, welche jetzt an die wissenschaftlichen Anstalten dieser Stadt sich zu knüpfen beginnt, zieht sich in einer ununterbrochenen Reihe auch durch das folgende Zeitalter hindurch bis auf unsere Tage fort.

Berliner Akademie.

Auf den Betrieb von Leibnitz hatte im Jahre 1700 König Friedrich I. eine Akademie der Wissenschaften errichtet, welche von 1710 an ihre Denkschriften unter dem Titel Miscellanea Berolinensia in ungeregelten Zwischenräumen herausgab. Nach ihrer, durch Friedrich II. 1744

eingeführten, Reorganisation wurden von 1746 an ihre Arbeiten jährlich publicirt, in diesem Zeitalter in französischer Sprache, bis 1770 unter dem Titel: Histoire de l' Académie Royale -- avec les Mémoires - de cette Académie, von da an als Nouveaux Mémoires de l' Académie Royale. Die Chemiker, welche diesem Institute angehörten, haben wir für die Zeit bis 1780 etwa als die Repräsentanten der in Deutschland herrschenden Ansichten zu betrachten.

Stahl. Leben.

Der erste Chemiker, den wir hier als den Führer sämmtlicher folgenden anzuerkennen haben, ist Georg Ernst Stahl. Er war 1660 zu Ansbach geboren; der Arzneikunde sich widmend, studirte er zu Jena, wo er 1683 promovirte und sogleich selbst als akademischer Lehrer auftrat. Von dem Herzog Johann Ernst von Sachsen-Weimar wurde er 1687 zu seinem Leibarzt ernannt. Nach der Errichtung der Universität zu Halle (1693) wurde Stahl dahin als zweiter ordentlicher Professor der Medicin berufen. Hier wurde er Lehrer einer Menge ausgezeichneter Männer, welche das Studium der Naturwissenschaften betrieben und denen er Liebe zur Chemie einzupflanzen wußte; er bildete hier die Schüler, welche später den eifrigsten Antheil an der Verbreitung der Stahl'schen Theorie und der Ausbildung der Chemie genommen haben. Zweiundzwanzig Jahre lehrte er zu Halle mit dem größten Beifall, bis er 1716 als königlicher Leibarzt nach Berlin berufen wurde. Von seinem Aufenthalt in Berlin her datiren noch mehrere ihm zugehörige chemische Schriften, seinem eifrigen und erfolgreichen Streben setzte der Tod 1734 eine Grenze.

Allgemeiner Charakter.

Stahl's wissenschaftlicher Charakter war ehrenwerth in jeder Beziehung, wenn man ihn gleich des Hochmuths beschuldigte, und allerdings Verachtung der Andersdenkenden und selbstgefällige Hervorhebung seiner eigenen Verdienste und Ansichten in seinen Schriften öfters nicht zu verkennen ist. Aber wie sehr die Erforschung der Wahrheit das einzige Ziel war, welches seine Bestrebungen leitete, zeigt sich in der scharfen Sonderung seiner verschiedenartigen Kenntnisse, wo er nie seine Einsicht in Eine Wissenschaft dazu anwandte, sein Ansehen in einer andern zu heben. Obgleich als Arzt ausgezeichnet, wie er denn in der Geschichte der Medicin einen ehrenvollen Rang behauptet, und als Chemiker unbestreitbar der erste seiner Zeit, versuchte Stahl doch nicht eine Verschmelzung dieser Wissenschaften, wie

Stahl. Allgemeiner Charakter.

es die Mediciner des frühern Zeitalters zur Aufstellung blendender Systeme gewagt hatten. Mit gesundem Sinn begriff er den Unterschied zwischen den Vorgängen im thierischen Organismus und rein chemischen Processen; und je genauer er diese kannte, um so mehr sah er ein, daß jedenfalls die Kenntniß derselben noch nicht weit genug gediehen war, um eine allein darauf gegründete Erklärung aller physiologischen Erscheinungen zu gestatten. Zugleich aber auch erkannte er die Chemie als eine Wissenschaft, welche mit Liebe zu bearbeiten, es keines andern Zweckes als den ihrer eigenen Ausbildung bedarf. — Wahrheitsliebend zeigte sich Stahl in jeder Hinsicht; auf Anderer Kosten sich Ruhm zu erwerben, verschmähte er, und wo er die Aeußerungen Früherer zum Ausgangspunkt seiner Betrachtungen machte, schrieb er jenen eher mehr Verdienst zu, als daß er es geschmälert hätte; verkleinerte er selbst den eigenen Antheil, den er an der Ausbildung einer Lehre hatte, um den seiner Vorgänger zu vergrößern. Wahrheitsliebend zeigte er sich noch, indem er keinen Anstand nahm, selbst gehegte Irrthümer zu berichtigen; so sehen wir ihn in seinem Alter vor der Alchemie warnen, welche in früherer Zeit von ihm vertheidigt worden war; er hatte in seiner Jugend die Ueberzeugung von der Möglichkeit der Metallverwandlung, von der Wahrscheinlichkeit, daß Mittel, sie zu bewirken, darstellbar seien, öffentlich bekannt, aber sobald er richtigere Ansichten gefaßt hatte, sprach er auch ebenso offen über die Ungereimtheit, an eine Verwandlung einer übergroßen Menge unedlen Metalls in edles durch eine winzige Menge des Steins der Weisen zu glauben, rieth Jedermann ab, sich mit der Aufsuchung dieser letztern Substanz zu befassen, und weit entfernt, sein früheres Vorurtheil bemänteln zu wollen, stellte er sich selbst als Beispiel dar, wie nur mit geringer Sachkenntniß Zutrauen zu der Alchemie bestehen kann.

Theoretische Ansichten.

Viel genauer, als irgend einer der im Vorstehenden genannten Chemiker, faßte Stahl die Erklärung der Erscheinungen auf, welche sich bei dem Erhitzen von Metallen oder brennbaren Körpern überhaupt zeigen. Becher's Annahme, daß auch in den Metallen ein verbrennlicher Stoff enthalten sei, gewann in Stahl's Betrachtung erst ihr rechtes Gewicht, wenn gleich dieser das Hauptverdienst für Becher bewahren will, und sich nur als Commentator hinstellt. Becheriana sunt, quae profero, sagt Stahl, aber es bedurfte eines solchen Auslegers, um die phlogistische Theorie einzuführen. — Nach Stahl muß in allen verbrennlichen Körpern ein und derselbe Be-

Stahl. Theoretische Ansichten.

stanotheil enthalten sein, welcher ihnen die gemeinsame Eigenschaft, die Verbrennlichkeit, mittheilt. Als solchen kann man Becher's brennbare Erde, die Stahl bestimmter definirte und als Phlogiston bezeichnete, ansehen. Ein Körper, welcher nicht verbrennlich ist, enthält nach Stahl kein Phlogiston, ein leicht verbrennlicher hingegen viel; Verbrennung, bei den Metallen Verkalkung, ist Abscheidung des Phlogistons; was dabei zurückbleibt, war in dem verbrannten Körper mit Phlogiston verbunden, so Phosphorsäure in dem Phosphor, Schwefelsäure in dem Schwefel, Metallkalke in den Metallen. Erhitzen eines Körpers, der reich an Phlogiston ist, mit einem solchen, der gar keins enthält, trägt es auf letztern über und macht diesen zu einer verbrennlichen Substanz; daher die Gewinnung von Phosphor aus Phosphorsäure, von Metallen aus Metallkalken, durch Erhitzen mit Kohle.

Dieses Resumé der Phlogistontheorie, soweit sie Stahl ausbildete, mußte ich hier nochmals anführen, um die folgenden Ansichten desselben besser würdigen zu lassen. — Stahl nahm bei der Entwicklung seiner Theorie keine Rücksicht darauf, daß die Metalle, welche beim Verkalken Phlogiston verlieren sollen, doch an Gewicht zu nehmen, obgleich er diese Thatsache sehr wohl kannte. Es beweis't dies deutlich, wie wenig die quantitativen Verhältnisse in diesem Zeitalter zur Entscheidung über die Gültigkeit einer Theorie berechtigt schienen; Stahl spricht selbst davon, daß jener Umstand Statt hat; er sucht ihn nicht zu verbergen aber auch ihn nicht als Einwurf zu beseitigen; also sah man darin keinen Beweis gegen die Richtigkeit seiner Ansicht. Er spricht aus, daß bei der Verkalkung das Phlogiston weggeht, »obgleich« eine Gewichtszunahme beobachtet wird; bei der Reduction wird es wieder aufgenommen, und »nichts destoweniger« zeigt sich eine Gewichtsabnahme. Uebrigens war die Meinung, daß dies nur auf dem Zutritt und Fortgang von ponderabler Feuermaterie bestehe, noch immer die herrschende.

Das Phlogiston ist nach Stahl auch die Ursache noch anderer Eigenschaften; der Gehalt an demselben bedingt nach ihm die Farbe, ohne daß jedoch ein Zusammenhang zwischen beiden bestimmter dargethan wird. Auch chemische Eigenschaften der verschiedenen Körper sind durch den Gehalt an Phlogiston bedingt, und Stahl stellt namentlich zwei Ansichten auf, von denen die eine, wahre, erst lange nach ihm anerkannt, die andere, falsche, auch erst einige Zeit nach ihm widerlegt wurde. Er sagt, Metalle seien

Stahl. Theoretische Ansichten.

nur mit Schwefel oder Säuren verbindbar, so lange sie einen Gehalt an Phlogiston hätten; kein Metall, was seines Phlogistons ganz beraubt sei (kein Oxyd nach unserer Sprache), nehme noch Schwefel auf. So richtig dies war, so falsch urtheilte Stahl, wenn er weiter sagt, kein seines Phlogistons beraubtes Metall sei mit Säuren verbindbar, wie man daran sehen könne, daß recht ausgebrannte Metallkalke, z. B. Eisenoxyd, von Säuren nicht mehr angegriffen würden. Diese falsche Ansicht, daß sich ein Metall nur im regulinischen Zustande mit Säure verbinde, wurde noch einige Zeit beibehalten; jedenfalls indeß kann man von Stahl nicht verlangen, daß er die Umwandlung der Oxyde durch starke Hitze in schwerlösliche Modificationen hätte kennen sollen.

Chemische Erfahrungen. Ueber die Verwandtschaft.

In dem Vorhergehenden zeigt sich schon, daß Stahl zu beobachten wohl verstand; wir sehen dies noch besser, wenn wir die einzelnen praktischen Entdeckungen durchgehen, womit er die Chemie bereichert hat. Für die Affinitätslehre hat er mehrere gute Angaben geliefert, so z. B. über die Reihenfolge der Verwandtschaftsgröße, in welcher die verschiedenen Metalle zu den Säuren im Allgemeinen stehen; über die Ordnung, in welcher ein Metall bei erhöhter Temperatur aus einem andern Schwefelmetall den Schwefel abscheidet und mit sich vereinigt, über die Affinitätsreihe der Säuren zu Alkali. Er hatte über den Vorgang bei solchen Zersetzungen sehr richtige Begriffe, und kannte selbst die Wirkungen der gegenseitigen Affinität, wie verschieden nämlich, und oft dem Erfolg nach geradezu entgegengesetzt, sich die Zersetzungserscheinungen bei verschiedenen Temperaturen äußern. In der speciellen Geschichte der Verwandtschaft werde ich auf seine hierhergehörigen Erfahrungen weitläufiger zurückkommen.

Ueber Säuren.

Ueber viele Säuren hatte Stahl genauere Kenntnisse, als irgend einer vor ihm; er lehrte zuerst die Natur der Dämpfe kennen, welche bei Verbrennung des Schwefels entstehen; er zeigte, daß sich eine, wenn auch schwache, Säure bildet, welche er zugleich richtig dahin bestimmte, daß sie phlogistisirte Schwefelsäure (Schwefelsäure, welcher Sauerstoff entzogen ist) sei. Er zuerst beobachtete die Entzündbarkeit der möglichst concentrirten Essigsäure; statt der bis dahin gebräuchlichen Weise, möglichst starken Essig durch Destillation von Grünspan oder Bleizucker zu gewinnen, schlug er bereits den richtigern Weg ein, rohen verdünnten Essig an Laugensalz zu binden, zur Trockne zu verdampfen und mit Vitriolöl

zu destilliren, oder auch diese letztere Operation geradezu mit Bleizucker vorzunehmen.

Stahl. Chemische Erfahrungen.

Ueber Alkalien.

Stahl's theoretische Ansichten über die Alkalien und ihr Verhältniß zu den Erden sind unklar, sofern er die ersteren nur für verfeinerte Erden erklärte, und annahm, beide Arten von Körpern könnten in einander übergehen. Wichtiger sind seine Beobachtungen über einzelne basische Substanzen, deren Eigenthümlichkeit er zuerst einsah, ohne sie indeß evidenter zu beweisen. Er bereits gab an, in dem Kochsalz stecke ein eigenes Alkali, dessen Verbindung mit Salpetersäure er von dem gewöhnlichen Salpeter durch die Krystallform unterschied; und die Alaunerde glaubte er gleichfalls als eine eigene Erde ansehen zu dürfen. Die Beweisführung theilte er indeß nicht mit und mit Recht wird deßhalb anderen Chemikern das Verdienst zugeschrieben, die Eigenthümlichkeit dieser beiden Basen zuerst bewiesen zu haben.

Einzelne Beobachtungen.

Viele andere Beobachtungen finden sich noch in Stahl's Schriften, wovon ich die meisten erst in der Folge anführen werde. Ich bemerke hier noch, daß seine Ansichten über die Gährung den Weg zu einem richtigern Verständniß bahnten, indem er diesen Vorgang als eine Auflösung des gährenden Körpers in seine Bestandtheile und als eine Zusammensetzung dieser zu neuen, beständigeren, Verbindungen ansah. Für die Lehre von den Metallen war seiner Zeit die Erinnerung noch nöthig, daß sich mit einem regulinischen Metall ein anderes gleichfalls nur im regulinischen Zustande verbindet, und daß somit bei der Messingbereitung das Kupfer nicht den ganzen Galmei, sondern nur das darin enthaltene Zink aufnimmt. — Von Wichtigkeit für die Begründung seiner Verbrennungs-Theorie war, daß er aus schwefelsauren Salzen den Schwefel wieder herzustellen wußte; er glühte schwefelsaures Alkali mit Kohle, um der Säure Phlogiston zuzuführen und so Schwefel zusammenzusetzen; die entstandene Schwefelleber fällte er mit Essig. Auch die auflösende Kraft, welche Schwefelleber auf Metalle äußert, kannte er, und es ist bezeichnend für den Geist seines Zeitalters, daß er, auf diese Kenntnisse gestützt, dadurch die Geschichte zu erklären suchte, auf welche Art Moses das goldene Kalb verbrannt, aufgelös't und den Israeliten zn trinken gegeben habe. Daß Salpeter, für dessen Gewinnung er brauchbare Vorschriften gab, in mehreren Pflanzen schon gebildet enthalten ist, wußte er gleichfalls. Interessant ist noch seine Kenntniß der

Stahl. Eisensäure (der Auflösung von Eisen in Alkali, sagte man damals); er bereits wußte, daß, wenn man Eisen mit Salpeter verkalkt und die Masse in Wasser giebt, das vom Salpeter übrig bleibende kaustische Alkali einen Theil des Eisens mit Amethyst- oder Purpurfarbe aufgelös't hält. Als eine zweite Vorschrift dafür gab er an, sehr verdünnte Lösung von Eisen in Salpetersäure nach kleinen Portionen in starke Kalilauge zu gießen, wo sich beim Umschütteln alles Eisen mit blutrother Farbe auflöse.

Schriften. So sehen wir mehrere später wieder vergessene und dann neu entdeckte Thatsachen in Stahl's Schriften bereits erwähnt. Es sind diese letzteren sehr zahlreich; ein großer Theil gehört der medicinischen Literatur an; ich nenne hier folgende, als die für die Chemie bedeutenderen. Die Sprache derselben ist oft sehr incorrect, der Styl manchmal verworren, gelehrte Citate bot er wenig; Stahl selbst erkannte dies an, aber er habe, sagt er, keine Zeit gehabt, sich im Schulstaube zu wälzen und antiquarische Bibliotheken zu durchkriechen. Seine schriftstellerische Laufbahn in Beziehung zur Scheidekunst bezeichnete zuerst 1697 seine Zymotechnia fundamentalis, seu fermentationis theoria generalis, qua nobilissimae hujus artis — — causae et effectus — — eruuntur simulque experimentum novum sulphur rerum arte producendi et alia utilia experimenta atque observata inseruntur. Hierin bereits wurde die von Becher aufgestellte Meinung als die einzig richtige behauptet, daß der Proceß der Schwefelbildung aus Schwefelsäure und die Metallreduction ganz analoge Erscheinungen seien. In demselben Jahre begann er eine chemische Monatsschrift: Observationes chymico-physico-medicae mensibus singulis bono cum Deo continuandae, welche indeß bald rein medicinischen Inhalts und dann nicht weiter fortgesetzt wurde. — Zur Einführung der Phlogistontheorie gab er zuerst Becher's Physica subterranea 1702 neu heraus, ein opus sine pari, primum hactenus et princeps, wie er es auf dem Titel nannte; als Anhang fügte er, zur weitern Begründung und Entwicklung der Becher'schen Ansichten, ein Specimen Becherianum, fundamenta, documenta et experimenta sistens, hinzu. Vieles darüber enthalten noch seine »Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem sogenannten sulphure« (1718), und seine Experimenta, observationes, animadversiones, CCC numero, chymicae et physicae (1731). Von seinen anderen Schriften mag noch, als wichtige chemische

Beobachtungen enthaltend, genannt werden seine »Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweis von den Salzen, daß dieselben aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen,« welche erst nach des Verfassers Tode (1738) gedruckt wurde. — Noch bei Stahl's Lebzeiten und auch nachher gaben einige seiner Schüler unter des Lehrers Namen die Vorlesungen heraus, in welchen er seine eigenen Ansichten und Entdeckungen mit den schon früher bekannten zusammenstellte; so erschienen 1721 Fundamenta Chymico-pharmaceutica, 1723 Fundamenta Chymiae dogmaticae et rationalis, 1720 Chymia rationalis et experimentalis, 1732 Fundamenta Chymiae dogmaticae rationalis et experimentalis, sämmtlich mit Stahl's Namen gestempelt, aber keineswegs von ihm selbst zum Druck ausgearbeitet. — Noch viele andere Schriften seiner Schüler trugen dazu bei, Stahl's chemische Ansichten weiter zu verbreiten; vieles Ansehen genoß namentlich seiner Zeit als Lehrbuch Juncker's Conspectus Chemiae theoretico-practicae, welcher zuerst 1730 herauskam und oft aufgelegt wurde; durch die Uebersetzung dieses Werks von Demachy, unter dem Titel: Elements de chymie, suivant les principes de Becher et Stahl, wurde hauptsächlich die Phlogistontheorie in Frankreich einheimisch gemacht, wozu indeß einige Uebersetzungen einzelner Schriften Stahl's schon vorgearbeitet hatten. — Bei der Geschichte der Lehrbücher im II. Theil werde ich auf diese für die Systematisirung der chemischen Thatsachen in der damaligen Zeit charakteristischen Bücher zurückkommen. Stahl. Schriften.

Gleichzeitig mit Stahl, und in naher, wenn auch nicht immer freundschaftlicher Beziehung zu diesem, wirkte Friedrich Hoffmann, der Hoffmann. sich ebenfalls um die Chemie genugsame Verdienste erworben hat, um als einer der hauptsächlichsten Beförderer derselben hier besprochen zu werden. Hoffmann war 1660 zu Halle geboren, wo sein Vater Stadtarzt war. Gründlich ausgebildet, namentlich in der Mathematik mit ausgezeichneten Kenntnissen versehen, bezog er 1678 die Universität Jena, um Medicin zu studiren, und promovirte daselbst 1681. Alsbald begann er an dieser Anstalt Vorlesungen zu halten, welche hauptsächlich Chemie zum Gegenstande hatten. Doch dauerte seine Wirksamkeit zu Jena nicht lange; zur Wiederherstellung seiner Gesundheit, welche durch anhaltende Anstrengung erschüttert war, machte er 1682 eine Erholungsreise nach Minden, wo er Verwandte hatte, und von da nach England, wo er mit Robert Boyle persönlich Leben.

Hoffmann. Leben.

bekannt wurde. Sein Aufenthalt in Minden veranlaßte, daß er 1685 dahin als Garnisons- und Stadtarzt berufen wurde; er vertauschte diese Stellung 1688 mit einer gleichen zu Halberstadt. An dem letztern Ort zeichnete er sich als geschickter und glücklicher Arzt aus, und sein Ruf vergrößerte sich so schnell, daß er 1693 bei der Errichtung der Universität zu Halle als erster Professor der Medicin dahin berufen wurde. Hoffmann zeigte sich der Auszeichnung würdig; fern von aller Eifersucht suchte er für die noch unbesetzten Stellen Männer zu gewinnen, welche der Universität und der Wissenschaft nützliche Thätigkeit erproben würden. So verdankte ihm Stahl seine Berufung nach Halle, und ein freundschaftliches Verhältniß entspann sich zwischen beiden, was indeß bald durch Meinungsverschiedenheit über wissenschaftliche Gegenstände gestört wurde. Achtundvierzig Jahre lang lehrte Hoffmann zu Halle mit dem ausgezeichnetsten Beifall, stets eifrig den Pflichten seines Berufs obliegend und für das Beste der Universität wirkend; nur wenige Jahre (1709 — 1712) war er von Halle abwesend, wo ihn König Friedrich Wilhelm als Leibarzt nach Berlin berufen hatte. Hier indessen Unannehmlichkeiten mit seinen Amtsgenossen ausgesetzt, kehrte Hoffmann bald an seinen eigentlichen Wirkungsort zurück, wo er durch die Verbindung mit den angesehensten Instituten ausgezeichnet (er war Mitglied der Cäsareoleopoldinischen, der Berliner, Londoner und anderer Akademien) in seinem dreiundachtzigsten Lebensjahre (1742) starb.

Theoretische Ansichten.

Aehnlich wie Stahl, wußte auch Hoffmann das Verhältniß richtig zu beurtheilen, welches der Chemie nach dem damaligen Zustande ihrer Ausbildung zu anderen Wissenschaften einzuräumen war. Bei seiner ausgezeichneten Gelehrsamkeit in der Medicin und dem großen Ruf, den er als Arzt genoß, versuchte er doch nicht, seine chemischen Kenntnisse zur Grundlage seiner medicinischen Ansichten zu machen; am nachdrücklichsten vielmehr unter den Aerzten der damaligen Zeit bestritt er das chemisch-medicinische System des frühern Zeitalters, zeigte er die willkürlichen Annahmen der Iatrochemiker und das Ungereimte der Meinung, alle Krankheiten nur von einem Vorwalten der Säure oder des Laugensalzes ableiten zu wollen. Er bewies, daß keine dieser Substanzen, in den meisten Fällen, wo sie die Iatrochemiker voraussetzen, wirklich vorhanden ist, und wurde so, für Deutschland wenigstens, zu einer der bedeutendsten Autoritäten gegen die chemisch-medicinische Lehre. — Von seinen theoretischen Ansichten aus der Chemie

haben wir hier zunächst die über die Verbrennung zu berücksichtigen. Im Allgemeinen nimmt Hoffmann die Stahl'sche Theorie an, und betrachtet namentlich als einen überzeugenden Beweis dafür, daß der Schwefel aus Säure und Phlogiston bestehe, die Entstehung der erstern durch Verbrennung des Schwefels. Was hingegen die Verkalkung und die Reduction der Metalle angeht, so ist Hoffmann anderer Meinung als Stahl; er hält es für wahrscheinlicher, daß bei der Reduction nicht sowohl dem Metallkalk ein Stoff zugeführt wird, als vielmehr, daß sich eine in dem Metallkalk bisher enthaltene Substanz davon trennt. Er stellt hierfür die Ansicht auf, daß in den Kalken ein saures Princip mit dem Metall vereinigt ist, dessen Entfernung den Uebergang in den regulinischen Zustand zur Folge hat. Ueber dieses saure Princip, sal acidum, wie er es nennt, äußert er indeß nichts Genaueres; er giebt es im Allgemeinen als eine Art Schwefelsäure an. Diese theilweise richtigere Betrachtung des Verkalkungs- und Reductionsprocesses hat übrigens offenbar wenig Wichtigkeit; Hoffmann suchte mit dieser einzelnen Erklärung nicht seine Ansichten über Verbrennung überhaupt in Uebereinstimmung zu bringen; seine Behauptungen stehen sogar dem entgegen, was eigentlich den Werth der Phlogistontheorie und jeder folgenden allgemein angenommenen Verbrennungstheorie ausmacht, nämlich die Verbrennung und Verkalkung als ganz gleichartige Vorgänge zu betrachten, und eine und dieselbe Erklärung darauf anzuwenden.

Hoffmann. Theoretische Ansichten.

Der empirische Theil der Chemie verdankt Hoffmann mehrere wichtige Erweiterungen. Als solche sind hervorzuheben die Nachweisung, daß die Bittererde und die Alaunerde, welche man bis dahin als mit der Kalkerde bis auf Zufälligkeiten identische Erden betrachtet hatte, eigenthümliche und vom Kalk verschiedene Körper sind. Wenn freilich auch seine Untersuchung noch der Art war, daß spätere Bestätigungen über die Verschiedenheit dieser Substanz keineswegs überflüssig erschienen, so gehörte doch zu Hoffmann's Zeit eine gründliche Kenntniß der verschiedenen Stoffe dazu, einen Unterschied derselben mit Bestimmtheit zu behaupten. Als Kennzeichen dienten ihm vorzüglich die physikalischen Eigenschaften im reinern Zustande, und dann der Geschmack der Salze; die chemischen Reactionen wurden wenig berücksichtigt und sogar ziemlich unrichtig von ihm angegeben. — In seinen Bemühungen, die Mineralwasser zu zerlegen, um ihre wirksamen Bestandtheile kennen zu lernen, ist mehr die Absicht als der Erfolg anzu-

Chemische Erfahrungen.

Hoffmann. Chemische Erfahrungen.

erkennen; der Grund, welchen Boyle zu derartigen Untersuchungen gelegt hatte, war noch zu wenig bearbeitet worden, als daß genauere Resultate erlangt werden konnten. Doch hat Hoffmann das Verdienst, als charakterisirenden Bestandtheil aller Sauerbrunnen einen und denselben Bestandtheil, seinen Spiritum sulphureum oder Principium spirituosum, erkannt zu haben; er theilte die Mineralwasser zuerst nach ihrem chemischen Gehalt in alkalische, eisenhaltige, Bitterwasser und Salzwasser; er entdeckte in dem Seidlitzer Mineralwasser das Bittersalz. — Noch viele einzelne Beobachtungen ließen sich von ihm hier anführen; er hauptsächlich machte auf die eigenthümlich giftigen Wirkungen des Kohlendampfs aufmerksam; für die Bereitung des Salpeter- und Schwefeläthers gab er verbesserte Vorschriften, wie denn die Auflösung des letztern in Weingeist durch den noch gebräuchlichen Namen liquor anodinus Hoffmanni oder Hoffmann'sche Tropfen an ihn erinnert.

Schriften.

Hoffmann war ein ausgezeichnet thätiger Schriftsteller, der namentlich die medicinische Literatur mit schätzbaren Werken bereicherte; seine opera omnia physico-medica füllen in den verschiedenen Ausgaben 11 bis 27 Bände. Der Styl in allen seinen Schriften ist klar und bestimmt; im Allgemeinen wird strenge Consequenz — die namentlich seinen medicinischen Arbeiten einen großen Anschein von Gründlichkeit mittheilend, diese mit dem lebhaftesten Beifall aufnehmen ließ — an ihm anerkannt; daß in seinen chemischen Erklärungen diese manchmal vermißt wird, hatten wir oben Gelegenheit wahrzunehmen. Seine Mittheilungen chemischen Inhalts sind in einer Menge von Abhandlungen zerstreut; die wichtigsten sind in einer Sammlung zusammengestellt, welche den Titel führt: Observationum physico-chymicarum selectiorum libri III, die zuerst 1722 veröffentlicht und nachher mehrmals neu aufgelegt wurde; auch eine französische Uebersetzung derselben erschien 1754. Es finden sich darin viele chemische Beobachtungen, Monographien einzelner Stoffe und andere abgeschlossene Untersuchungen. Ueber die Mineralwasseranalyse besonders handelt sein Methodus examinandi aquas salubres, welcher 1703 zuerst herauskam, und dem in mehreren kleinen Schriften Untersuchungen einzelner Heilquellen nachfolgten. Als Lehrbuch von Bedeutung war seine Chymia rationalis et experimentalis, die indeß erst nach seinem Tode (1784) publicirt wurde.

Die Bemühungen von Stahl und Hoffmann hatten offenbar viel

dazu beigetragen, der Chemie einen wissenschaftlicheren Charakter zu verleihen, wodurch das Verständniß derselben erleichtert und ihr Studium verbreiteter wurde. Ehe wir indeß betrachten können, welchen Gebrauch die Nachfolger dieser Gelehrten in Deutschland von den Ansichten derselben machten, müssen wir noch eines holländischen Chemikers aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts erwähnen, der gleichfalls einen sehr bestimmten Einfluß auf die Chemie ausübte. Boerhave, dessen ausgezeichnete Thätigkeit zwar dem größern Theil nach der Medicin zugewendet war, hat sich doch auch mit der Chemie so erfolgreich beschäftigt, daß eine besondere Würdigung seiner Leistungen hier nicht unterlassen werden darf. Boerhave.

Hermann Boerhave war 1668 zu Voorhout, einem Dorfe nahe bei Leyden, geboren, wo sein Vater Prediger war. Gleichfalls dem geistlichen Stande bestimmt, warf er sich schon früh mit Eifer auf alle Studien, welche dem der Theologie zur Vorbereitung dienen; nebenbei lag er mit großem Erfolg dem Studium der Mathematik ob, und der Unterricht in der letztern Wissenschaft mußte ihm längere Zeit die Mittel des Lebensunterhaltes verschaffen, da er schon in seinem sechzehnten Jahre verwaist und verlassen dastand. Von seiner frühern Bestimmung kam Boerhave ab, indem er als Anhänger der sceptischen Philosophie und namentlich der Lehren Spinoza's bekannt wurde. Da er nun bei der damals herrschenden Orthodoxie alle Aussicht verlor, je ein Unterkommen als Geistlicher finden zu können, so entsagte er dem Studium der Theologie; er begann das der Heilkunde und gelangte fast ohne allen mündlichen Unterricht, nur durch fleißiges Forschen in den medicinischen Schriften aller Zeiten, zu tiefer Einsicht. In dem Jahre 1693 nahm er zu Harderwyk, einer kleinen holländischen Universität, den Grad eines Doctors der Medicin, und sah sich nun bald durch den immer steigenden Ruf, den er als praktischer Arzt schnell gewann, in den Stand gesetzt, sorgenfrei und seinen Neigungen gemäß zu leben. Er wurde 1702 als Professor der Arzneiwissenschaften nach Leyden berufen und übernahm später auch noch die Professuren für Chemie und Botanik. Sein Ruhm als Arzt verbreitete sich bald über ganz Europa; aus allen Ländern strömten ihm Schüler zu, unter seiner Leitung sich auszubilden, und die 36 Jahre, welche Boerhave in dieser Stellung zu Leyden zubrachte, waren die glänzendsten dieser Universität. Sein Tod erfolgte 1738. Leben.

Boerhave. Einfluß auf die Chemie.

Wir haben hier von Boerhave nur in seiner Beziehung zur Chemie zu sprechen; er machte sich dafür weniger bedeutend durch neue empirische Entdeckungen, als vielmehr durch geistvolle Benutzung der schon früher bekannt gemachten Erfahrungen, durch richtige Würdigung des Verhältnisses der Chemie zur Medicin und durch seine Verdienste um die Verbreitung chemischer Kenntnisse. — Boerhave hat für die Chemie nur wenige einzelne Experimentaluntersuchungen von größerem Umfange angestellt, aber von dem größten Einfluß ist er für die Auffassung der theoretischen Gegenstände in unserer Wissenschaft. Sein durchdringender, ächt wissenschaftlich ausgebildeter Verstand ließ ihn alle Erscheinungen unter allgemeinere Gesichtspunkte ordnen; alle Fragen, deren Beantwortung die Erklärung eines Complexes von Thatsachen einschließt, hat er mit Scharfsinn und oft ganz originell behandelt. Ich werde in den folgenden Theilen Boerhave's seltner nur da zu erwähnen haben, wo es sich um die empirische Erkenntniß der einzelnen Stoffe handelt, aber oft, wo die specielle Geschichte der einzelnen Lehren abgehandelt wird. Hier ist er nicht nur Repräsentant der herrschenden Meinungen einer bestimmten Zeit, von Meinungen, die er zum Theil selbst ausgebildet, zum Theil hauptsächlich verbreitet hat, sondern oft selbstständiger Forscher auf dem Gebiete der theoretischen Untersuchungen. — Für die Geltendmachung des richtigeren Verhältnisses der Chemie zur Medicin, einen wichtigen Punkt zu einer dem vorhergehenden Zeitalter noch so nahen Zeit, trug Boerhave gleichfalls wesentlich bei, befähigt durch seine Autorität als Mediciner und durch die richtige Auffassung des Zweckes der Chemie. Ueber diesen äußert er die Ansichten, welche jetzt noch bei der Ausübung dieser Wissenschaft leiten; es ist ihm hierbei nur um Naturforschung zu thun, nur um Erkenntniß und Erklärung der chemischen Thatsachen, und kein Nebenzweck schwebt ihm dabei vor; er betrachtet die Chemie als selbstständige Wissenschaft, verschmilzt sie mit keiner andern und ordnet sie keiner andern unter. Treffend schilderte er in einer zu Leyden 1718 gehaltenen Rede de Chemia errores suos expurgante die falsche Richtung, in welcher die Chemie während des vorhergehenden Zeitalters behandelt worden war, und deckte den Mißbrauch auf, welchen die Iatrochemiker mit der Scheidekunst getrieben hatten. — Ebenso treffend wies er aber auch das Fehlerhafte in den Bemühungen der Alchemisten nach, welche er übrigens zu gelind noch beurtheilte. Er betrachtete die Erfahrung als das Fundament der chemischen Ansichten; mehrere Angaben der Alchemisten hatte er bestätigt ge-

funden, und so hielt er sich, zu bescheiden, nicht für berechtigt, geradezu die Unrichtigkeit der Behauptungen auszusprechen, über welche ihm keine positiven Erfahrungen bekannt waren. — Aber doch trug er wesentlich dazu bei, das Vertrauen auf die Alchemie zu erschüttern, indem er, diese Kunst im Ganzen nicht verdammen wollend, gerade solche einzelne Angaben durch sorgfältige Beobachtungen als ganz ungegründet widerlegte, die zu der damaligen Zeit ohne Widerspruch geglaubt wurden und als Beweise für die Metallverwandlung und Erzeugung galten. Diese Arbeiten von Boerhave sind die hauptsächlichsten, welche ihm der praktische Theil der Chemie zu verdanken hat. Boerhave.

Als charakteristisch für die Art, wie zu jener Zeit die Chemie ihre einzelnen Thatsachen constatiren mußte, mögen diese Versuche von Boerhave hier etwas genauer erörtert werden, als sonst im Plan dieses ersten Theils unserer Geschichte liegt. — Sie betreffen die Fragen über die Unveränderlichkeit und die Erzeugung des metallischen Quecksilbers, und waren somit für die Entscheidung über die Möglichkeit der Metallverwandlung von großem Gewicht. — Die Fixirung des Quecksilbers zu einem feuerbeständigen Metall war der Gegenstand der vielseitigsten Bemühungen der Alchemisten gewesen; ohne Zusatz eines andern Stoffes lasse es sich in einen festen metallischen Körper verwandeln, wurde behauptet, und das Mißlingen der Operation sei nur der Uebereilung oder Ungeschicklichkeit des Arbeiters zuzuschreiben. Boerhave prüfte die Angabe; er schlug den vorgezeichneten Weg ein, durch lange unterhaltene höhere Temperatur das Quecksilber zu fixiren; funfzehn Jahre hindurch erhielt er Quecksilber in einem offenen Gefäß bei wenig erhöhter Temperatur, und nahm keine Veränderung wahr, als die Bildung von einer kleinen Menge eines schwarzen Pulvers, das sich indeß auch durch Reiben wieder leicht in metallisches Quecksilber verwandeln ließ. In einem verschlossenen Gefäß blieb gleichfalls das Quecksilber ganz unverändert, als er es darin sechs Monate hindurch einer stärkern Hitze aussetzte. Auf diese Versuche gestützt, stand Boerhave nicht an, die Möglichkeit der Fixirung des Quecksilbers für unmöglich, und die Processe der Alchemisten, die darauf beruhten, für unrichtig und betrügerisch zu erklären. Praktische Arbeiten.

Ebenso widerlegte er die Angabe der Alchemisten, daß sich Quecksilber durch oft wiederholte Destillation zu einem viel flüchtigeren Körper von besonderen Eigenschaften umgestalten lasse. Er destillirte reines Quecksilber fünfhundertmal, und fand, daß es sich nicht verändere.

Boerhave. Praktische Arbeiten.

Wir werden bei der Geschichte der Ansichten über die Metalle sehen, daß selbst die bedeutenderen Chemiker dieser Zeit noch der Ansicht waren, Quecksilber lasse sich aus den meisten Metallen durch chemische Operationen erzeugen. Die Alchemisten hatten behauptet, daß sich Quecksilber künstlich darstellen lasse, wenn man salpetersaures Blei in Wasser löse, die Solution mit Salmiak fälle, den Niederschlag mit Aetzlauge übergieße, und bei gelinder Wärme einige Zeit digeriren lasse; durch Destillation würde alsdann das so aus dem Blei künstlich erzeugte Quecksilber sichtbar werden. — Ein gleicher Erfolg solle durch Digestion von calcinirtem Bleizucker mit Aetzlauge eintreten. Boerhave prüfte diese Angaben, und ließ der Vorschrift gemäß die Digestion stets länger als ein halbes Jahr hindurch andauern; der Erfolg fiel natürlich dahin aus, daß auf diese Art keine Spur von Quecksilber zu erlangen ist.

Solche durch ihre Langwierigkeit ermüdenden Versuche, welche gegen lang gehegte Ansichten und über viele Ungewißheiten in der Chemie entschieden, sicherten Boerhave in jener Zeit auch den Ruhm eines ausgezeichneten praktischen Chemikers, und wenn auch jetzt, wo die Resultate derartiger Bemühungen für uns nicht mehr so unmittelbar hervortretend sind, die Versuche selbst keinen außerordentlichen Werth zu haben scheinen, so verdient doch der, welcher zu einer so geläuterten Erkenntniß in hohem Grade mit beitrug, dankbare Erinnerung. Die eben erwähnten Experimentaluntersuchungen theilte Boerhave in dem Philosophical Transactions für 1733 und in den Memoiren der Pariser Akademie für 1734 mit. Viele minder wichtige eigene Versuche, welche indeß hier nicht einzeln angeführt werden können, finden sich in seinem Lehrbuche der Chemie. Dieses Werk, für die Geschichte der theoretischen Chemie namentlich wichtig, werde ich bei der historischen Betrachtung der vorzüglichsten Lehrbücher in Beziehung auf die Art seiner Abfassung nochmals besprechen; es enthält die Vorträge über Scheidekunst, welche er jährlich in Leyden hielt. Schon 1724 waren diese ohne sein Wissen und Wollen, und durch die gröbsten Unrichtigkeiten verunstaltet, unter dem Titel Institutiones et experimenta Chemiae gedruckt worden, und dies bewog ihn, 1732 selbst seine Vorlesungen als Elementa Chemiae herauszugeben. In Deutschland, England und Frankreich wurde dies Werk schnell durch wiederholte Abdrücke und Uebersetzungen verbreitet, das für die Zeit, in welcher es erschien, die

Schriften.

vollständigste, systematisch geordnete, Uebersicht des ganzen chemischen Wissens bot. Möglichst klarer Ausdruck, der sich stets von jeder Großthuerei fern hält, ist der Hauptcharakter der Darstellungsweise, und wenn je ein Lehrbuch der Chemie dazu beitrug, die Wissenschaft zu verbreiten und Andere in den Stand zu setzen, selbst mit Erfolg an der Erweiterung der Scheidekunst zu wirken, so war es das von Boerhave.

Sehr auffallend ist, daß Boerhave in dem Abschnitt über das Feuer die Stahl'sche Verbrennungstheorie fast gar nicht berücksichtigt, ob er gleich dieselbe gut kennen mußte. Die näheren Mittheilungen seiner Meinungen über diesen Gegenstand will ich bis zu der Lehre von der Verbrennung verschieben; hier genügt zur Feststellung seines Antheils an der leitenden Theorie dieses Zeitalters, daß er zwar die Zusammensetzung des Schwefels aus Schwefelsäure und verbrennlichem Stoff (verbrennliches Oel, auch pabulum ignis nennt er ihn) für ausgemacht hält, dagegen aber sich sehr wider die Meinung ausspricht, als ob die Kalke der Metalle erdartige Elemente derselben seien. Einige bei dieser Gelegenheit geäußerte und ziemlich deutliche Warnungen vor der Aufstellung übereilter Hypothesen zeigen, daß Boerhave die Stahl'sche Theorie keineswegs in ihrem ganzen Umfange anerkannte, ob er gleich im Allgemeinen offenen persönlichen Widerspruch zu vermeiden suchte.

Desto lautere Anerkennung fand indeß Stahl's System in Deutschland, besonders nach dem Tode seines Urhebers. Die mit Stahl gleichzeitige Generation war zurückhaltender in der Annahme einer Theorie, deren Aufstellung unter ihren Augen vor sich ging und deren Bekanntwerdung die Erwerbung ihrer eigenen Kenntnisse zu einem abgeschlossenen Ganzen vorhergegangen war; sie nahm von Stahl's Ansichten hauptsächlich das an, was mit dem schon früher herrschenden übereinstimmte oder dafür ausgegeben werden konnte. Für die Generation aber, welche nach der Aufstellung der Stahl'schen Theorie sich für die Chemie bildete, war diese das Neueste und Vollkommenste, und ungetheilt vertritt nun eine Reihe von Chemikern Stahl's Behauptungen, und sucht den theoretischen Theil seiner Lehre kaum auszubilden, nur um nichts daran zu ändern.

Aufnahme und Ausbildung der Phlogiston-Theorie in Deutschland.

Es gilt dies von den nächsten Nachfolgern Stahl's nicht nur in Deutschland, sondern auch in Frankreich, wo seine Theorie gleichermaßen die herrschende wurde, und ich habe deßhalb für diese Chemiker fast kaum

ihr Verhältniß zur Verbrennungstheorie noch besonders anzugeben; erst gegen das Ende dieses Zeitalters, wo es sich um die Vertheidigung des Stahl'schen Systems handelt, ist die individuelle Auffassung desselben von einem jeden Gelehrten wieder besonders hervorzuheben. — Die Arbeiten der Chemiker in Deutschland und Frankreich werden indeß bei den gemeinsamen theoretischen Ansichten, die sie leiten, immer mehr ineinandergreifend, und was früher, dem richtigen Verständniß der Entwicklung unserer Wissenschaft unbeschadet, der speciellen Geschichte der einzelnen Gegenstände überlassen werden konnte, das Datum jeder Entdeckung genauer anzugeben, darf nun oft nicht länger vernachlässigt werden, wenn das wahre Verdienst eines jeden der hier zu besprechenden Chemiker richtig gewürdigt werden soll.

Neumann. Leben.

Betrachten wir nun Stahl's bedeutendste Anhänger in Deutschland, welchen in dieser allgemeinen Darstellung der Geschichte der Chemie eine besondere Besprechung zu widmen ist. Von den Berliner Gelehrten, welche diese Stadt fortwährend zum Mittelpunkt der phlogistischen Theorie machten, ist der Zeit nach als erster Caspar Neumann zu nennen. Dieser war 1683 zu Züllichau in der Mark Brandenburg geboren. Neigung und äußere Umstände bewogen ihn, sich der Apothekerkunst zu widmen, ohne daß er jedoch hier seinen Trieb nach Ausbildung befriedigt gefunden hätte. Nach sehr abwechselnden Schicksalen wurde ihm besondere Begünstigung des Königs von Preußen zu Theil, auf dessen Kosten er Holland, England, Frankreich und Italien durchreis'te. Uberall knüpfte er mit den bedeutendsten Männern seiner Fächer Bekanntschaft an, und namentlich blieb er auch nachher noch stets mit den Gelehrten und den wissenschaftlichen Anstalten Englands, wo er längere Zeit verweilt hatte, in enger Verbindung. Als er 1724 nach Deutschland zurückgekehrt war, wurde ihm die Stelle eines Professors der Chemie an der medicinisch-chirurgischen Bildungsanstalt zu Berlin übertragen; er verband mit diesem Amte den Besitz einer Apotheke und wurde später durch die Titel als erster Hafapotheker und Hofrath ausgezeichnet; auch war er Mitglied der Berliner Akademie, schon früher hatte ihn die königliche Gesellschaft zu London als solches aufgenommen. Neumann starb 1737.

Chemische Kenntnisse.

Neumann's chemische Arbeiten behandeln selten einen Gegenstand von allgemeinerem Interesse; für die damalige Zeit Musterbilder in der Scheidekunst (und hauptsächlich des Rufs, dessen sich Neumann bei

seinen Zeitgenossen erfreute, weniger seiner Arbeiten wegen wird er hier aufgeführt) beweisen sie nur, wie die wichtigeren chemischen Fragen damals für fast ganz durch Stahl erledigt gehalten wurden. Seine richtigeren Angaben gehen auf unwichtige Substanzen, wie z. B. daß getrocknetes Eiweiß nicht identisch ist mit Bernstein, daß die Unterscheidung des Franzbranntweins von anderm Branntewein durch die Färbung, welche ersterer (wenn er in eichenen Gefäßen aufbewahrt wurde) mit Eisenvitriollösung giebt, eine unsichere ist u. s. w. Wo er wichtigere Gegenstände behandelt, sind seine Ansichten meist unrichtig und oft noch mehr zu Irrthümern geneigt, als die seiner Vorgänger. So werden nach Neumann die Alkalien bei der Verbrennung von Holz erst durch das Feuer in der Asche aus Säure, Phlogiston und Erde erzeugt, sind aber keineswegs schon vorher im Holz enthalten. Von seinen sonstigen Wahrnehmungen erwähne ich hier noch die des flüchtigen Oels aus Ameisen, durch Destillation dieser Thiere, welches er zuerst genauer beobachtete; auch machte er noch Wahrnehmungen über die Bildung von Stearopten in mehreren flüchtigen Oelen aus dem Pflanzenreiche, und ähnliche.

Neumann. Chemische Kenntnisse.

Zugestehen muß man jedoch Neumann, daß er die Verbreitung der Chemie nach Kräften förderte und zur Belebung der Neigung zu dieser Wissenschaft beizutragen suchte. Mehrere ausgezeichnete Chemiker der nächsten Zeit erkennen an, daß ihr Sinn für die Scheidekunst durch das Studium von Neumann's Schriften geweckt wurde. Es bestehen diese in einzelnen Abhandlungen, welche er in den Philosophical Transactions für 1724 — 1734, und in den Denkschriften der Berliner Akademie für 1727 — 1737 erscheinen ließ. Auch in den Schriften der kaiserlichen Akademie deutscher Naturforscher finden sich einige Arbeiten von ihm. — Andere Abhandlungen gaben Probestücke seiner Vorlesungen, die er als Professor an der oben erwähnten Anstalt hielt; so ließ er 1727 »Lectiones chymicas von Salibus alcalino-fixis und vom Camphora, um daraus zu sehen, wie alle übrigen Lectiones bei dem Collegio medico-chirurgico publice abgehandelt und die chymischen Materien bearbeitet oder demonstrirt werden,« drucken; 1730 zu gleichem Zweck »Lectiones von vier Subjectis pharmaceuticis« (Bernstein, Opium, Gewürznelken und Bibergeil); 1732 »von vier Subjectis chymicis« (Salpeter, Schwefel, Spießglanz, Eisen), 1735 »von vier Subjectis diaeteticis« (Thee, Kaffee, Bier und Wein), und endlich 1737 »von vier Subjectis pharmaceutico-chemicis«

Schriften.

Neumann. Schriften.

(Kochsalz, Weinstein, Salmiak und Ameisen. Nach seinem Tode wurden seine Vorlesungen in mehreren Sammlungen (Praelectiones chymicae 1740, Chymia medica dogmatico-experimentalis u. a.) herausgegeben, auch in's Holländische und mit Zufügung seiner anderen chemischen Abhandlungen in die englische und französische Sprache übersetzt.

Eller. Leben.

Einen Genossen Neumann's nennt uns noch die damalige Zeit als einen ausgezeichneten Chemiker, wenn wir auch jetzt nur sehr selten an das frühere Ansehen desselben erinnert werden. Es war dies Johann Theodor Eller, geboren zu Plötzkau in Anhalt-Bernburg 1689. Einer sehr begüterten Familie angehörend, erhielt Eller eine vorzügliche Erziehung; er studirte zu Quedlinburg und Jena Jurisprudenz, dann aber mit vielem Erfolg Medicin und Naturwissenschaften. Diese letzteren Studien setzte er in Halle, Leyden und Amsterdam fort; ebenso später in Paris, wo er sich namentlich in der Chemie durch den belehrenden Umgang mit Lemery, Homberg und anderen damals bedeutenden Chemikern ausbildete. Von Paris aus ging er nach London, wo er gleichermaßen den berühmteren Aerzten und Naturforschern bekannt wurde. Nach seiner Zurückkunft nach Deutschland wurde er 1721 zum Anhalt-Bernburgischen Leibarzt ernannt; 1724 aber schon berief ihn der König von Preußen als Professor der Anatomie nach Berlin. Später wurde er zum ersten Leibarzt und 1755 von Friedrich dem Großen zum Geheimen-Rath ernannt; in demselben Jahre wurde er Director der physikalischen Classe bei der Berliner Akademie. Er starb 1760.

Chemische Kenntnisse.

Eller nützte der Chemie weit mehr mittelbar — indem durch seinen Einfluß und seine Vorliebe für unsere Wissenschaft die Anstalten zur Verbreitung und Förderung derselben amtlich mehr unterstützt wurden — als daß er durch eigene bedeutende Arbeiten den Kreis der chemischen Erfahrungen erweitert hätte. Für den Geist seines Zeitalters ist die Ueberzeugung bezeichnend, welche er über die Umwandlung des Wassers in Luft sowohl als in Erde aussprach (beide Umsetzungen glaubte er durch Versuche nachgewiesen zu haben), ebenso seine Ansichten über die Erzeugung der Metalle und anderer verwandter Stoffe, die einen Beleg dafür abgeben, eine wie ausgedehnte Anwendung man damals schon von dem Begriff des Phlogistons machte, indem jede anscheinend beobachtete Veränderung willkürlich aus der Aenderung dieses hypothetischen Grundstoffs erklärt wurde. Einige

andere Angaben von ihm haben mehr Verdienst; er beobachtete, daß Wasser, welches von einem Salze bis zur Sättigung aufgelös't ist, von einem andern eine neue Menge aufnehmen kann, und bestimmte überhaupt genauer, als es bis dahin geschehen war, die Löslichkeitsverhältnisse für mehrere Salze. Sonderbar war sein Versuch, für die Wirkungsart mancher innerlich anzuwendender Arzneimittel dadurch eine Erklärung zu finden, daß er sie in Auflösung mit Blut zusammenmischte und die Reactionen beobachtete. Eller.

Eller's chemische Abhandlungen finden sich in den Schriften der Berliner Akademie für 1745 — 1757; gesammelt sind sie in den »Physikalisch-chemisch-medicinischen Abhandlungen,« welche nach seinem Tode (1764) herausgegeben wurden. Schriften.

An Bedeutsamkeit als Chemiker wird Eller weit übertroffen durch einen andern berliner Gelehrten der damaligen Zeit, durch Johann Heinrich Pott. Dieser war 1692 zu Halberstadt geboren; von seinen Eltern für das Studium der Theologie bestimmt, bezog er die Universität zu Halle. Hier aber wurde er sich seiner Anlagen zur Chemie bewußt; anfangs in Verbindung mit der Arzneikunde, aber bald sich nur der Chemie hingebend, studirte er unter Fr. Hoffmann und Stahl, und wurde von dem Letztern vorzüglich für experimentelle Scheidekunst angeregt. Er ließ sich zu Berlin nieder, wo er Mitglied der Akademie wurde und nach Neumann's Tode (1737) diesem als Professor der Chemie an der medicinisch-chirurgischen Bildungsanstalt nachfolgte. Mit den meisten anderen Chemikern der Berliner Akademie stand Pott in beständigen wissenschaftlichen Streitigkeiten, die hin und wieder ziemlich derb geführt wurden; sie wurden dadurch veranlaßt, daß Pott verschiedene Ansichten Eller's (1757) einer scharfen Kritik unterwarf, die von den Anhängern des Letztern schnell, und noch persönlicher, beantwortet wurde. Dieser Wechsel von Streitschriften zog sich bis 1761 hin, und Pott sah sich zuletzt veranlaßt, alle Verbindung mit der Akademie, worin seine Gegner die Oberhand hatten, abzubrechen. In steter Thätigkeit mit experimentellen chemischen Arbeiten beschäftigt, lebte er noch bis 1777. Pott. Leben.

Pott vereinigte eine gründliche Kenntniß der ganzen chemischen Wissenschaft, wie sie seiner Zeit vorlag, mit einem rastlosen Streben nach Förderung derselben. Er hatte eine ungemeine Geschicklichkeit in dem praktischen Theile der Chemie, eine unermüdete Ausdauer bei den langwierigsten Allgemeiner Charakter.

Pott. Untersuchungen; und was er auf diese Art neu erkannt hatte, theilte er mit einer Offenheit und einer Klarheit mit, welche für die damalige Zeit besonders hoch anzuschlagen ist, wo noch vielfach Dunkelheit in der Darstellung für tiefe Gelehrsamkeit gehalten wurde, und uneigennützige Mittheilung wichtiger Entdeckungen im Ganzen etwas Seltenes war.

Chemische Kenntnisse. In theoretischen Betrachtungen wenig ausgezeichnet, machte sich Pott besonders durch seine empirischen Arbeiten bekannt. Der Phlogistontheorie hing er in ihrem ganzen Umfange an, und wollte sie zur Erklärung mancher Erscheinungen anwenden, was ihm indeß weniger glückte. So betrachtete er die rothe Farbe der Dämpfe von der rauchenden Salpetersäure als auf der Ausdehnung der darin enthaltnen entzündlichen Theilchen beruhend. Das Phlogiston, welches auch seiner Ansicht nach mit den Metallkalken die regulinischen Metalle bildet, bezeichnet er, den älteren Ansichten sich wieder nähernd, als eine eigenthümliche Art von Schwefel. Seine praktischen Untersuchungen führten ihn auf manches Wahre, was zu seiner Zeit noch nicht erkannt war; so bewies er die Eigenthümlichkeit der Bernsteinsäure, welche unter dem Namen des Bernsteinsalzes bis dahin ganz widersprechend bald für flüchtiges Alkali, bald für Mineralsäure, gehalten worden war; einer der ersten leugnete er 1756 die Verwandlung des Wassers in Erde und bemühte sich, die Versuche, auf welche hin diese gefolgert wurde, als nur scheinbar und trügerisch nachzuweisen; diese Ansicht bildete auch eine der Streitfragen, die er gegen Eller behandelte. — Den Werth seiner richtigen Beobachtungen hat er öfters durch Zufügung unrichtiger Erklärungen geschmälert. Er nahm bereits 1754 wahr, daß aus der Auflösung von Kieselerde in Alkali manchmal durch Säuren die Kieselerde nicht ausgefällt wird, aber er sieht darin eine Umwandlung der Kieselerde in eine alkalische oder kalkichte Erde, welche mit Säuren lösliche Salze bilde.

Pott's hauptsächlichste Arbeiten hatten zum Gegenstand die Untersuchung, wie sich die verschiedenen Mineralien verhalten, wenn sie für sich oder mit anderen Stoffen gemischt sehr erhöhter Temperatur ausgesetzt werden. Er verbesserte behufs dieser Untersuchungen den schon von Becher angegebenen tragbaren Ofen, um möglichst starke Hitze anwenden zu können; er zeigte, wie man Gefäße bereiten muß, welche die heftigste Hitze aushalten ohne zu reißen, zu schmelzen oder die leichtflüssigsten Gläser und Salze durchzulassen. Zur Prüfung der Mineralien benutzte er stets nur

diesen trockenen Weg, ohne die Untersuchungsmethode in Auflösung, welche seit Boyle überhaupt bis jetzt wenig mehr bearbeitet wurde, in Anwendung zu bringen; es war dieses einseitige Verfahren die Ursache, daß er über mehrere Körper arbeitete, ohne etwas Besonderes an ihnen zu finden, die später für andere Chemiker eine Fundgrube von wichtigen Entdeckungen wurden. So untersuchte er den Braunstein, ohne in ihm ein eigenthümliches Metall wahrzunehmen (er erkärte ihn nach seinen Versuchen für eine Verbindung einer alkalischen Erde, welche der Alaunerde ähnlich sei, mit einem zarten Brennstoff); so das Reisblei (er wies nach, daß es keinen Bleigehalt besitze, wie man bis dahin geglaubt hatte, hielt es aber noch für identisch mit Wasserblei); so Speckstein und Talk, ohne darin Bittererde zu finden; so das Kochsalz, dessen alkalische Grundlage er noch 1740, besseren Beobachtungen entgegen, die damals schon bekannt waren und welche wir bald bei Duhamel anführen werden, für eine geschmacklose Erde erklärte. — Seine Untersuchungen über die Einwirkung des Feuers auf die verschiedenen Steine und Erden leiteten ihn zur Aufstellung von Ansichten, welche sich längere Zeit erhielten. Er folgerte, daß es vier ursprüngliche Erdarten gebe, als welche er die alkalische oder kalkichte, die thonichte, die gypsichte und die glasichte oder kieselichte ansah; zu dem Studium jeder einzelnen und ihrer Erkennung reiche hin die Behandlung im Feuer, das Schmelzen mit Salzen, mit Gläsern und mit den anderen Erden. — Diese Untersuchungen waren dadurch veranlaßt, daß der König von Preußen ihn aufgefordert hatte, die Bestandtheile des Meißner Porzellans ausfindig zu machen. Pott, der auf keine Weise eine sichere Mittheilung darüber enthalten konnte, entschloß sich, alle Substanzen chemisch zu untersuchen, von denen sich irgend vermuthen ließ, daß sie bei Verfertigung des Porzellans in Betracht kommen könnten. Er setzte alle Steine und Erden, einzeln und in den mannichfaltigsten Verhältnissen gemischt, verschiedenen Hitzgraden aus, und beobachtete die Schmelzungserscheinungen und sonstigen Vorgänge; über dreißigtausend einzelne Versuche stellte er so an, und begründete damit unsere Kenntnisse über das Verhalten der erdigen Substanzen im Feuer, diesen wichtigen Theil der angewandten Chemie; namentlich trug er zur Aufklärung über die Porzellanbereitung wesentlich bei, und später, als der Gebrauch des Löthrohrs zu Mineraluntersuchungen ausgebildet wurde, boten seine Untersuchungen eine gute Vorarbeit, aus dem Verhalten dieser Körper in der Hitze ihre chemische Natur zu erkennen.

Pott. Chemische Kenntnisse.

Pott. Schriften.

Diese letzteren Arbeiten hat Pott in einer Schrift zusammengestellt, die unter dem Titel: »Chemische Untersuchungen, welche fürnehmlich von der Lithogeognosia oder Erkenntniß und Bearbeitung der gemeinen einfacheren Steine und Erden, ingleichen von Feuer und Licht handeln« zuerst 1746 erschien; Fortsetzungen dazu gab er noch 1751 und 1754 heraus. In diesem Buche, welches am besten Zeugniß über seine Ausdauer bei wissenschaftlichen Untersuchungen ablegt, sind alle seine Versuche einzeln beschrieben, und sodann sämmtliche Resultate in Tabellen geordnet; eine französische Uebersetzung erschien 1753. Sonst finden sich noch chemische Abhandlungen von Pott in den Schriften der Berliner Akademie von 1727 — 1753, die er zum Theil selbst gesammelt und unter dem Titel: Exercitationes chymicae 1738 herausgegeben hat; außerdem erschienen noch (1739 und 1741) Collectiones observationum et animadversionum chymicarum, welche namentlich die damaligen chemischen Kenntnisse über einzelne Metalle, wie Wismuth, Zink u. s. w. vollständig enthalten. Auch seine polemischen Schriften, deren Reihe seine Animadversiones physico-medicae circa varias hypotheses et experimenta Dr. Elleri 1756 eröffneten, enthalten viele neue chemische Wahrnehmungen, doch kann ich hier nicht auf eine Herzählung aller einzelnen Streitschriften eingehen. — Die wichtigsten seiner kleineren Abhandlungen wurden auch 1759 von Demachy gesammelt und in französischer Sprache herausgegeben.

Marggraf. Leben.

Mit Pott gleichzeitig und ihn an Verdiensten um die Ausbildung der Chemie noch übertreffend, lebte zu Berlin Marggraf, der letzte bedeutendere Chemiker Deutschlands innerhalb des Zeitalters der phlogistischen Theorie. Andreas Sigismund Marggraf war 1709 zu Berlin geboren; von seinem Vater, der eine Apotheke in dieser Stadt besaß, wurde er in den Anfangsgründen der Pharmacie unterrichtet, und unter den ihm hier bekannt werdenden Fächern zog ihn die Chemie vorzüglich an. In dieser Wissenschaft bildete er sich zunächst unter Neumann weiter aus, später durch längeres Studium auf den Universitäten zu Frankfurt an der Oder, Straßburg und Halle, und auf der Bergschule zu Freiberg. Mit einem reichen Schatz der ausgebreitetsten Kenntnisse kehrte er nach Berlin zurück, wo er sich nun ausschließlich mit chemischen Forschungen beschäftigte; er wurde Mitglied der Akademie und 1760 nach Eller's Tode Director der physikalischen Classe dieses Instituts. Von den Streitigkeiten, welche

damals die berliner Chemiker entzweiten, hielt er sich möglichst entfernt; seiner schwächlichen Gesundheit ungeachtet, arbeitete er rastlos in den verschiedensten Theilen der Chemie, und von Seiten des Charakters ebenso allgemein geschätzt, als durch seine Kenntnisse und Entdeckungen berühmt, starb er 1782. Marggraf.

Allgemeiner Charakter.

Marggraf wußte sich von der Einseitigkeit fern zu halten, welche damals noch die meisten Chemiker befangen hielt, die ausschließlich einer oder der andern Untersuchungsweise, mit Vernachlässigung aller anderen, den Vorzug gaben. So gebührt ihm das Verdienst, der analytischen Methode auf nassem Wege wieder die Aufmerksamkeit der Chemiker zugewendet zu haben, und diese Benutzung der verschiedenen Hülfsmittel, welche die chemischen Forschungen erleichtern, sicherte ihm entscheidendes Urtheil in den verschiedenen Streitfragen, die damals in unserer Wissenschaft verhandelt wurden. Nie indeß brauchte er das Ansehen, welches er genoß, um mit Arroganz seine Meinung als die allein richtige hinzustellen; im Gegentheil ging seine Bescheidenheit so weit, er fürchtete so sehr, der Erkenntniß der Wahrheit durch nur etwas gewagte Behauptungen ein Hinderniß in den Weg zu legen, daß er oft aus seinen stets umsichtig angestellten und mit großer Deutlichkeit beschriebenen Versuchen Schlußfolgerungen zu ziehen Anstand nahm, welche dem unbefangenen Leser, selbst seiner Zeit, klar vor Augen zu liegen scheinen. Die folgenden Angaben über einige seiner Arbeiten werden seinen Antheil an der Ausbildung unserer Wissenschaft würdigen lassen.

Chemische Kenntnisse.

Mit vorzüglichem Erfolg hat Marggraf dazu beigetragen, die chemische Eigenthümlichkeit einiger Substanzen nachzuweisen. Die Bittererde und Alaunerde waren zwar schon durch Hoffmann als eigenthümliche Substanzen aufgestellt worden, allein viele Chemiker erkannten dies noch nicht an, und in der That hatte Hoffmann keine chemischen Unterscheidungsmerkmale, sondern nur einige äußere Eigenschaften angegeben. Marggraf zeigte für die Alaunerde 1754 und für die Bittererde 1760, daß ihre Reactionen von denen der Kalkerde, womit sie viele noch identisch wissen wollten, ganz verschieden sind; er gab zugleich die Mineralien an, in welchen diese Erden in größerer Menge enthalten sind. Ebenso trug er wesentlich dazu bei, die Eigenthümlichkeit des Natrons festzustellen,

Marggraf. Chemische Kenntnisse.

und gab mehrere Methoden an, dieses Laugensalz in reinerer Gestalt zu bereiten.

Es bezeugen diese gut durchgeführten Untersuchungen Marggraf's Geschicklichkeit in der Analyse; er hat für diesen Zweig der Chemie auch sonst noch einige gute Wahrnehmungen geliefert; so z. B., daß Alkali mehrere Metalle, die es aus einer sauren Lösung fällt, wieder auflös't, wenn es im Ueberschuß zugesetzt wird. — Schon 1750 zeigte er, daß der Gyps eine Verbindung von Schwefelsäure, Kalkerde und Wasser ist. Weniger glücklich, als bei den oben angeführten, war er bei einigen anderen seiner Arbeiten; den Braunstein untersuchte er 1773, ohne das besondere Metall darin zu entdecken; den Schwerspath (für die Zersetzung dieser Substanz gab er das Glühen mit fixem Alkali an) 1750, und hielt doch immer noch die darin enthaltene Basis für Kalkerde; den Flußspath 1768, ohne die Flußsäure zu entdecken; er glaubte vielmehr, als er dieses Mineral mit Schwefelsäure in einem Glasgefäß destillirt hatte, eine flüchtige Erde daraus abgeschieden zu haben. Ebenso war er noch der falschen Ansicht ergeben, daß alles, auch das reinste, Wasser sich in Erde verwandle, und stellte viele Versuche darüber an, wo er immer nach dem Abdampfen des destillirten Wassers ein Gemisch aus Kalkerde und Kieselerde erhielt. Viele Besorgniß erregte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts seine Angabe, daß alles Zinn, selbst das reinste käufliche, bedeutende Mengen Arsenik enthalte; eine Behauptung, die um so schwerer zu widerlegen war, als die Mittel zur Bestimmung des Arseniks damals noch im höchsten Grade unsicher waren.

Von den sonstigen zahlreichen Arbeiten Marggraf's will ich hier nur noch einige anführen. Die Bereitungsart des Phosphors aus Harn verbesserte er wesentlich; er stellte Beobachtungen an über das Verhalten des Phosphors zu Metallen, zu Schwefel und zu Säuren; er untersuchte das Urinsalz genauer, worin er Phosphorsäure und flüchtiges Alkali entdeckte; auf seine Resultate über die Darstellung des Phosphors aus Phosphorsäure wandte er die phlogistische Theorie an, der er ganz anhing, und erklärte ersteren für zusammengesetzt aus dieser Säure und Phlogiston. — Ueber die Bereitung phosphorescirender Steine hat er viele gute Beobachtungen gemacht, die gehörigen Orts angeführt werden sollen. — Chemisch reines Silber lehrte er aus Hornsilber darstellen, durch Behandeln desselben mit Ammoniak bei Zusatz von reinem Quecksilber und durch Abtreiben des so gebildeten Amalgams. — Gegen die noch sehr herrschende Ansicht, daß das

Laugensalz im Weinstein, Holz und anderen organischen Substanzen noch nicht existire, sondern erst bei der Erhitzung durch das Feuer erzeugt werde, bewies er, daß daraus das Alkali auch anders als durch Verbrennung, durch Behandeln mit Säuren u. s. w., erhalten werden kann, und also nicht erst durch das Einäschern entsteht; die seither herrschende Meinung, daß sich das Silber nicht mit den vegetabilischen Säuren vereinigen lasse, widerlegte er, und zeigte, daß diese Säuren jenes Metall allerdings aufnehmen, wenn es ihnen im bereits verkalkten Zustande dargeboten wird. Marggraf. Chemische Kenntnisse.

Auch für die technische Chemie hat Marggraf viel geleistet; über einige Metallgemische zum technischen Gebrauch, aus Kupfer, Zinn und Zink, und die beste Art ihrer Bereitung stellte er Versuche an, und machte mehrere für die Färberei wichtige Beobachtungen bekannt. Vorzüglich folgereich waren seine Nachweisungen über den Zuckergehalt der Runkelrüben und anderer einheimischen Pflanzen, und über die Art, wie diese zur Zuckerfabrication zu verwenden seien.

Marggraf's Versuche und Entdeckungen finden sich meist in den Schriften der Berliner Akademie für die Jahre 1747 bis 1779. Er selbst sammelte die meisten dieser Aufsätze und gab sie in zwei Theilen (1761 und 1767) unter dem Titel »Chymische Schriften« heraus. Der erste Theil dieser Sammlung wurde 1762 auch in die französische Sprache übersetzt. Einzelne kleine Abhandlungen von ihm erschienen sonst noch besonders, ohne daß indeß ihre Anführung hier nöthig wäre. Schriften.

In dem zunächst Vorhergehenden haben wir die bedeutenderen Chemiker kennen lernen, welche auf Stahl während des Zeitalters der phlogistischen Theorie in Deutschland folgten. Durch ihr Beispiel, durch ihren Einfluß breitete sich das Studium der Chemie immer mehr aus; immer größer wurde die Zahl der an Erweiterung dieser Wissenschaft Arbeitenden. Es mehrte sich zugleich die Zahl der periodischen Schriften, worin neue Arbeiten zur Oeffentlichkeit gebracht wurden, mit der zunehmenden Zahl der gelehrten Gesellschaften. Für dieses Zeitalter noch haben außer den bereits besprochenen keine der in Deutschland gegründeten Akademien solche Chemiker als für sie hauptsächlich thätige Mitglieder aufzuweisen, welche schon hier ausführliche Betrachtung in Anspruch nehmen könnten; doch muß einiger Institute hier noch erwähnt werden, deren Stiftung in das eben zu schildernde Zeitalter Fortschreitende Verbreitung chemischer Kenntnisse in Deutschland.

fällt, und die später für die Fortschritte der Chemie von Einfluß wurden.
Göttinger Societät. In Göttingen wurde 1751, unter dem Vorsitz Albrecht's von Haller, eine Gesellschaft der Wissenschaften gestiftet, deren Commentarien von 1752 an für die Jahre 1752—1755 veröffentlicht wurden; nach einer längern Unterbrechung erschienen sie wieder von 1771 an als Novi Commentarii, von 1778 an als Commentationes regelmäßig. Ununterbrochen seit 1753 bis jetzt erschienen die Göttinger gelehrten Anzeigen. — Minder
Münchener Akademie. bedeutsam war die Münchener Akademie, welche, 1759 gestiftet, ihre Abhandlungen von 1763 veröffentlichte. — Hier auch wollen wir der holländischen
Haarlemer Gesellschaft. Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem gedenken, die 1754 zusammentrat und zugleich auch die Herausgabe ihrer Arbeiten begann; sie zählte am Beginn des folgenden Zeitalters mehrere fleißige Chemiker unter ihren Mitgliedern, deren Arbeiten in den anderen Theilen dieser Geschichte als wesentliche Beiträge zu der Erkenntniß wichtiger Stoffe zu schätzen sind; die Gesellschaft suchte zugleich, wie auch die Göttinger, durch Preisaufgaben die nähere Untersuchung einzelner Gegenstände zu veranlassen. So bezeugt die Stiftung noch mehrerer anderer Akademien in Deutschland und den Niederlanden die raschen Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung; ohne uns jedoch hier mit den ausführlicheren Angaben über die minder wichtigen aufzuhalten, wollen wir zu der Betrachtung zurückkehren, wie sich die Chemie in Bezug auf ihre hauptsächlichste Theorie gleichzeitig in den anderen Ländern gestaltete.

Die Chemiker, welche nach Stahl in Deutschland dessen Theorie aufrecht hielten, wußten ihr dadurch immer größeres Gewicht zu geben, daß sie dieselbe zur Erklärung aller neu entdeckten Erscheinungen sogleich als etwas Feststehendes anwandten. Mit den Discussionen, welche an dem Ende dieses Zeitalters den Uebergang zu dem folgenden vermitteln, stand keiner der bisher genannten Chemiker in Verbindung. Der Anfang des Kampfes gegen die Gültigkeit der phlogistischen Theorie, worin diese unterlag, fällt zwar noch in die letzten Lebensjahre Marggraf's, aber dieser nahm keinen Antheil daran, es auch wohl nicht für nöthig haltend, da die Zuverlässigkeit der Stahl'schen Ansichten fast allen Chemikern, deren Thätigkeit in der Chemie sich schon vor 1770 etwa consolidirt hatte, kaum noch weiterer Beweise oder Widerlegungen gegen zu machende Einwürfe zu bedürfen schien. Passend durften wir daher die Betrachtung dieser Reihe von Chemikern

zusammhängend vorausschicken, und können jetzt zu einer andern Gruppe von Gelehrten uns wenden, bei welchen die Betrachtung der frühern ein Zurückgehen in Stahl's Zeiten nöthig macht, die Betrachtung der spätern aber auch zugleich uns schon den Verfall des phlogistischen Systems vor dem Aufkommen einer neuen und bessern Theorie kennen lehrt. In Frankreich tritt nach Homberg's und Lemery's Vorgang eine Reihe Chemiker auf, welche die leitende Theorie dieses Zeitalters adoptiren, ausbilden helfen, und später mit Hartnäckigkeit zu vertheidigen suchen. Bei der vorzüglichen Theilnahme, welche die Scheidekunst damals in Frankreich fand, war die Zahl der ausgezeichneteren Chemiker eine bedeutende; wir heben, dem Plane dieses Theils gemäß, hier nur wenige hervor, deren Leistungen am einflußreichsten waren und am besten einen Begriff von der damaligen Art der chemischen Forschungen geben.

Aufnahme und Ausbildung der Phlogistontheorie in Frankreich.

Diese Reihe eröffnet St. F. Geoffroy; einer der Zeitgenossen Stahl's, und wie die meisten dieser (vergl. Seite 201) die phlogistische Theorie zwar der Hauptsache nach annehmend, aber sie möglichst auf schon länger hergebrachte Bezeichnungen zu reduciren suchend. — Stephan Franz Geoffroy war 1672 zu Paris geboren, wo sein Vater Apotheker war. Das Interesse des Letztern an allen Zweigen der Pharmacie und seine vielseitige Kenntniß machte sein Haus zum Versammlungsort aller an dieser Wissenschaft Antheil nehmenden Gelehrten; es ließ dies den jungen Geoffroy schon früh in Berührung mit den bedeutendsten französischen Naturforschern der damaligen Zeit kommen, und in ihm eine große Neigung zu naturwissenschaftlichen Untersuchungen rege werden. Dieser begann das Studium der Chemie, indem er in seines Vaters Hause sich der Erlernung der Apothekerkunst widmete; er hörte zugleich an der Pariser Universität medicinische Vorlesungen. Weitere Ausbildung suchte er noch, indem er an verschiedenen Orten seines Vaterlandes sich als Apotheker aufhielt, namentlich da, wo er zugleich seine medicinischen Studien fortsetzen konnte, wie er denn z. B. längere Zeit in Montpellier verweilte. Im Jahre 1698 begleitete er den Grafen Tallard, da dieser zum französischen Botschafter an dem englischen Hofe ernannt war, nach London, wo er mit den englischen Gelehrten bekannt und auch von der Royal Society als Mitglied aufgenommen wurde. Nach seiner Abreise von London besuchte er die wissenschaftlichen Notabilitäten Hollands, und kam 1700 nach Paris zurück,

St. F. Geoffroy. Leben.

St. F. Geoffroy. Leben.

um in einer ähnlichen Stellung wie in England, als Leibarzt des Herrn von Louvois, diesen nach Italien zu begleiten. Auf allen diesen Reisen widmete er neben der Pharmacie der Medicin besondre Aufmerksamkeit, und nach seiner Zurückkunft erlangte er 1704 zu Paris den Grad eines Doctors der Heilkunde. Bald darauf, 1707, wurde er zum Professor der Chemie an dem Jardin des plantes ernannt, und 1709 zum Professor am Collége royal. Zum Mitgliede der Akademie war er schon 1699 erwählt worden; und als Lehrer wie als forschender Chemiker mit Erfolg thätig, lebte er bis 1731.

Theoretische Ansichten.

Ueber die Verbrennungserscheinung im Allgemeinen hat sich Geoffroy nicht ausgesprochen, indeß nähern sich seine Ansichten denen Stahl's sehr, wenn er auch in anderen Namen und kleinen Abweichungen sich eher für einen Anhänger der verbesserten Hypothese der frühern Zeit, als der neu aufgestellten Theorie ausgeben zu wollen scheint. — Den Schwefel betrachtete er als aus Säure und brennbarem Stoff zusammengesetzt, und bemühte sich durch Versuche, wo er Bildung von Schwefel durch Zusammensetzung der Bestandtheile zu bewirken glaubte, dies außer Zweifel zu setzen; in den Metallen nahm er gleichfalls eine erdige Grundlage an, mit derjenigen Substanz verbunden, welche Homberg als Schwefel bezeichnet habe, und die offenbar nur Stahl's Phlogiston ist. Nach Versuchen, wo er mittelst eines großen Brennglases aus verschiedenen Metallen jene erdige Grundlage, die Metallkalke, ausgeschieden hatte, behauptete er, daß die erdigen Bestandtheile der verschiedenen Metalle eigenthümlich verschieden seien (ein wesentlicher Fortschritt in der Erkenntniß des Begriffs eines chemischen Elements); der sogenannte Schwefel, der in allen Metallen befindlich sei, sei aber immer eine und dieselbe Substanz. Er glaubte außerdem noch, daß in den Metallen auch eine Säure enthalten sei. In der Asche verschiedener Holzarten hatte er Eisen nachgewiesen; er hielt dieses, ähnlich wie früher Becher, für bei der Einäscherung künstlich erzeugt; aus brennbaren Stoffen, namentlich Kohlen, glaubte er durch Erhitzen mit (eisenhaltigem) Thon gleichfalls Eisen erzeugen zu können, und Oel wie Eisen müßte hiernach aus erdiger Grundlage, Säure, die im Oel angenommen wurde, und brennbarem Stoff bestehen. Diese Ansicht, über die künstliche Zusammensetzung des Eisens wurde indeß sogleich von dem jüngern Lemery angegriffen, und der wahre Vorgang erklärt. — Solcher Irrthümer ließ sich

Geoffroy mehrere zu Schulden kommen; so behauptete er z. B. auch noch, das bei der Detonation des Salpeters mit Kohlen sich zeigende Alkali entstehe erst durch die Verbindung des sauren Bestandtheils mit den erdigen Theilen des Salpeters. Seiner Ueberzeugung von der künstlichen Hervorbringung des Eisens ungeachtet, war Geoffroy doch ein lebhafter Gegner der Alchemie, und trug durch eine Abhandlung über die üblichen Betrügereien der Alchemisten wesentlich dazu bei, das Vertrauen auf die Wahrhaftigkeit dieser Kunst, indem er die historischen Beweise dafür sämmtlich als sehr zweifelhaft hinstellte, zu schwächen. St. F. Geoffroy. Theoretische Ansichten.

Einen lange andauernden Einfluß hat Geoffroy auf die Chemie ausgeübt durch seine Untersuchungen über die Affinität, hinsichtlich welcher das Genauere bei der speciellen Geschichte dieser Lehre nachgesehen werden mag. Er zuerst versuchte, die verschiedenen Körper nach ihren verschiedenen Verwandtschaftsgraden zu Einer bestimmten Substanz in vollständigere Tabellen zu ordnen. Diese Methode, die Resultate der Beobachtungen über die Verwandtschaft leicht anschaulich zu machen, blieb lange Zeit im unerschüttertsten und großentheils wohlverdienten Ansehen; den bedeutendsten Chemikern, die auf Geoffroy folgten, war es lange noch eine der hauptsächlichsten Aufgaben, seine Tabellen nur zu verbessern und zu vervollständigen, ohne eine Abänderung des Princips, auf dem sie beruhten, zu wagen. Kenntnisse über die Verwandtschaft.

Sonst auch hat er noch viele für die Chemie wichtige Erfahrungen gemacht, deren vollständige Aufzählung hier zu sehr in Einzelheiten führen würde. So erwähne ich hier nur, daß er die Kenntniß des Berlinerblau's und namentlich der Körper, aus welchen die zu seiner Bereitung nöthigen Substanzen erhalten werden können, verbreitete, und genauere Methoden zur Bestimmung der Säuren in Auflösungen anempfahl, worin ihm indeß schon Homberg zuvorgekommen war; ähnliche Gegenstände hat er noch zahlreich bearbeitet. Sonstige Beobachtungen.

St. F. Geoffroy hat seine Entdeckungen und Ansichten in einer großen Menge von Abhandlungen niedergelegt, die sich in den Philosophical Transactions für die Jahre 1699 — 1709 und in den Memoiren der Pariser Akademie für 1700 — 1727 finden. Außerdem ist auch für die Chemie sein Tractatus de materia medica zu nennen, wenn er gleich unserer Wissenschaft nur mittelbar angehört. Die ausgezeichneten Kenntnisse Schriften.

St. F. Geoffroy. Schriften. — des Verfassers in der Scheidekunst kamen auch dieser Arbeit zu gut, und das Werk erhielt sich an dreißig Jahre lang in ungeschwächtem Ansehen (zuerst wurde es 1741, nach dem Tode Geoffroy's, publicirt, und noch 1770 erschien eine neue, allerdings mit Zusätzen bedeutend vermehrte, französische Auflage davon), wie denn auch sein ausgezeichneter Werth durch Uebersetzungen in die französische, deutsche und englische Sprache allgemein anerkannt wurde.

Cl. J. Geoffroy. Nicht ganz so bedeutend als der Vorhergehende und von ihm zu unterscheiden ist ein jüngerer Bruder desselben, Claude Joseph Geoffroy, der 1686 zu Paris geboren, 1752 daselbst starb. Dieser war gleichfalls, seit 1707, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, und die Memoiren derselben für 1707 bis 1753 enthalten viele Abhandlungen von ihm. Er hat vieles über die Oele gearbeitet, die er nach ihrer Verseifung mit Alkali und Abscheidung durch Säure weit löslicher in Weingeist fand, als vorher; über die Entzündung der ätherischen Oele mittelst Salpetersäure, die er durch einen Zusatz von Schwefelsäure sicherer hervorbringen lehrte, über die qualitative Zusammensetzung mehrerer Salze, über die verschiedenen Fleischarten, deren Wassergehalt er zur Bestimmung ihrer Tauglichkeit als Nahrungsmittel ausmitteln wollte; über den Borax und einige Kennzeichen des Sedativsalzes; über den Spießglanz, wo er die pyrophorische Erscheinung eines (kaliumhaltigen) durch Glühen von schweißtreibendem Spießglanz mit schwarzer Seife erhaltenen Präparats zuerst entdeckte, und über ähnliche einzelne Gegenstände. Vorzüglich war er für die Pharmacie thätig, welche ihm vieles für die Arzneibereitung, namentlich über die Kenntniß der Darstellung mehrerer Geheimmittel, des Seignettesalzes z. B., verdankt.

An die Thätigkeit der beiden Geoffroi schließt sich die Johann Hellot's an, eines gleichfalls sehr verdienten Chemikers. Hellot war 1685 zu Paris geboren; von seinem Vater, dem er eine gute Erziehung verdankte, wurde er zum geistlichen Stande bestimmt, allein eigene Vorliebe zog ihn zu den Naturwissenschaften, besonders zur Chemie, hin. Diese frühe Neigung wurde durch seine Bekanntschaft mit St. F. Geoffroy, welche bald zur innigsten Freundschaft wuchs, noch gesteigert. Er studirte längere Zeit zu Paris, und ging dann nach England, um auch die Kenntnisse der dortigen Gelehrten sich anzueignen. Nach seiner Zurückkunft nach Paris

Hellot. Leben.

erlitten seine, früher sehr günstigen, Vermögensumstände durch die damals in Frankreich herrschenden Finanzunordnungen einen harten Stoß; er sah sich genöthigt, neben seiner Lieblingswissenschaft noch ein anderes, einträglicheres, Geschäft zu betreiben, und übernahm die Redaction eines politischen Blattes, der Gazette de France, wobei er von 1718 bis 1732 beschäftigt war. Im Jahr 1735 wurde er Mitglied der Pariser Akademie, und zeichnete sich hier durch seine Thätigkeit besonders aus; er wurde zu allen Commissionen gezogen, von welchen ein Bericht oder ein Gutachten über einen Gegenstand zu geben war, der mit der Chemie irgend in Beziehung stand, und viele seiner wissenschaftlichen Arbeiten wurden auf solche Veranlassungen hin unternommen. Er starb 1765. Hellot. Leben.

Hellot's Arbeiten behandeln großentheils Gegenstände von nur speciellem Interesse; viele seiner Untersuchungen haben nur die Aufsuchung verbesserter Darstellungsmethoden zum Zweck, so z. B. die über den Phosphor, über das Berlinerblau, über den Aether und ähnliche, auf welche ich in den folgenden Theilen zurückkommen werde. Bei mehreren seiner Forschungen leiteten ihn falsche Voraussetzungen; so z. B. gab er sich viele Mühe, das metallische Zink zu zerlegen, wobei er indeß doch brauchbare Resultate erhielt, wie z. B. über die Zusammensetzung des Zinkvitriols, das Verhalten des Zinks und seines Kalks gegen mehrere Säuren, die beste Bereitung der Zinkblumen u. s. w. Manchmal auch zog er aus richtigen Beobachtungen sonderbare Schlüsse; so soll nach ihm die rothe Farbe der salpetrigen Säure, welche er aus dem Salpeter unter gewissen Umständen sich entwickeln sah, von Eisentheilchen, die im Dampf aufgelös't seien, herrühren. Chemische Kenntnisse.

Viel wichtiger als solche Speculationen waren einige Arbeiten von Hellot, welche namentlich auf die angewandte Chemie einen großen Einfluß ausübten, und die von ihm meist in amtlicher Stellung ausgeführt wurden. So machte er sich um die Porzellanmanufactur von Sevres sehr verdient; er entdeckte viele neue Farben zur Porzellanmalerei, deren Anwendung das Ansehen dieser Anstalt bedeutend steigerte. Von allgemeiner Nützlichkeit waren die Untersuchungen, welche er über den Proceß des Färbens anstellte. Er war 1740 mit der Inspection der Färbereien beauftragt worden; gleichzeitig entwickelte er in mehreren Abhandlungen die Theorie der Färbekunst, den Unterschied der haltbaren und vergänglichen Farben, die Wirkung der Beizmittel u. s. w., und gab so zuerst Aufklärung über diese bisher nur handwerksmäßig betriebene Kunst. — In ähnlichem Auftrag untersuchte er

Hellot. die Brauchbarkeit der Methoden, Gold und Silber zu scheiden, und im Allgemeinen den Gehalt einer Legirung an edlem Metall zu bestimmen. Er suchte auf diese Kunst gleichfalls die neueren Fortschritte der Chemie anzuwenden und die Fehler der älteren Methoden ausfindig zu machen; er zuerst machte namentlich darauf aufmerksam, daß die Bestimmung der Menge des Silbers durch Cupelliren keineswegs fehlerfreie Resultate giebt, sondern vielmehr den Silbergehalt gewöhnlich etwas zu klein ausfallen läßt.

Schriften. Hellot's Arbeiten finden sich meist in den Memoiren der Pariser Akademie, für die Jahre 1735 bis 1763. Einzelne dieser Abhandlungen, z. B. die über Färberei, wurden auch abgesondert in das Deutsche übersetzt. Ueber Metallurgie und Dokimasie gab er noch (1750 — 1753) ein besonderes Werk heraus, unter dem Titel: »De la fonte des Mines, des Fonderies u. s. w.« als eine Uebersetzung eines deutschen Buchs: Christoph Andreas Schlüter's »gründlicher Unterricht von Hüttenwerken sammt angehängtem Probirbuch« (welches 1738 herausgekommen war), und vergrößerte die Brauchbarkeit desselben durch reichhaltige Zusätze und bessere Anordnung des Inhalts.

Duhamel. Leben. Aus derselben Zeit, in welcher Hellot wirkte, darf noch ein Chemiker nicht unerwähnt bleiben, der, in vielen Zweigen der Wissenschaft durch seine schönen Arbeiten ehrenvoll bekannt, auch die Chemie mit neuen Entdeckungen bereichert hat. Heinrich Ludwig Duhamel du Monceau war zu Paris 1700 geboren; er gehörte einer ursprünglich niederländischen Familie an, welche indeß schon seit dem Anfang des 15. Jahrhunderts sich in Frankreich niedergelassen hatte. Er erhielt zu Paris seine erste Ausbildung, und studirte dann an der dortigen Universität, wo er in der Chemie St. F. Geoffroy und Lemery zu Lehrern hatte. Die Chemie war indeß nicht das einzige Fach, welches ihn beschäftigte; Botanik, Physiologie und andere Wissenschaften zogen ihn gleichfalls an. Eine Anstellung in dem Marinedepartement, die er erhielt, leitete ihn vorzugsweise zu einer praktischen Anwendung seiner bedeutenden Kenntnisse, ohne daß jedoch seine Thätigkeit für die Förderung der Wissenschaft an sich darunter gelitten hätte. — Von 1740 an, wo er von der Akademie zu Paris als Mitglied aufgenommen worden war, bis zu 1781, wo der Tod ein so nützliches Wirken unterbrach, lebte er nur seinen wichtigen und erfolgreichen Untersuchungen hingegeben. Seine ausgezeichneten Verdienste um die Physiologie,

die Agricultur, die Meteorologie (so unausgebildet diese auch damals noch war) und andere Wissenschaften können hier nicht zu ihrer vollen Anerkennung dargestellt werden; ich beschränke mich auf die Darlegung seiner wichtigeren chemischen Untersuchungen, die unserer Wissenschaft zur wesentlichen Bereicherung gereichten. Duhamel.

Unter diesen ist die wichtigste die Beweisführung, daß das Natron ein eigenthümliches, von dem Kali verschiedenes, Laugensalz ist. Wenn auch schon Stahl früher angedeutet hatte, in dem Kochsalz sei ein Alkali eigener Art enthalten, so war doch diese Angabe weder durch Versuche außer Zweifel gesetzt, noch von irgend einem Scheidekünstler angenommen worden; und für Duhamel ist deßhalb das volle Verdienst dieser Entdeckung zu wahren. In einer Abhandlung über die Basis des Seesalzes zeigte dieser 1736, daß die weiße Erde, welche aus einer Auflösung des gewöhnlichen Kochsalzes durch Kali niedergeschlagen wird und die bisher von den meisten Chemikern für die Grundlage jenes Salzes gehalten wurde, nur eine zufällige Verunreinigung ist, da sie nur wenig beträgt und mit Salzsäure verbunden nicht wieder Kochsalz giebt. In dem reinen Kochsalz fand er dagegen eine Basis, welche, für sich und mit Säuren vereinigt, andere Eigenschaften zeigt, als die gewöhnlichen Kaliverbindungen. Er gab verschiedene Methoden an, die Soda rein darzustellen, und wies zugleich das Vorkommen dieser Basis in der Asche der Pflanzen nach, welche an der Meeresküste wachsen; später fügte er noch die interessante Entdeckung hinzu, daß die Menge des Natrons in diesen Gewächsen ab=, der Kaligehalt darin hingegen zunimmt, wenn sie von dem Strand weg in das Binnenland verpflanzt werden. Chemische Kenntnisse.

Duhamel's sonstige chemische Arbeiten machen eine genauere Besprechung derselben für diesen Theil der Geschichte nicht nothwendig; seine Arbeiten über Aetherbereitung, über die Darstellung des auflöslichen Weinsteins, über den Aetzkalk und den Salmiak vervollständigten die Kenntnisse, welche man damals von diesen Körpern hatte, aber begründeten ebenso wenig eine neue Reihe von chemischen Forschungen, als sie für eine eigenthümliche Untersuchungsweise Duhamel's Beweis geben. Sehr interessant für die damalige Zeit waren noch seine Beobachtungen über die freiwillige Entzündung, welche Hanf, mit Oel getränkt, stark zusammengepreßt und sich selbst überlassen, zeigt.

Von Duhamel's zahlreichen Schriften mögen hier nur die auf Schriften.

Duhamel. Schriften. Chemie Bezug habenden erwähnt werden. Seine dahin gehörigen Abhandlungen sind in den Memoiren der Pariser Akademie für 1732 bis 1767 enthalten. Nur wenige Schriften, die mit der Scheidekunst in Verbindung stehen, gab er abgesondert heraus; und es waren diese meist technologische, für ein größeres Publikum abgefaßte. So publicirte er, zum Theil gemeinschaftlich mit anderen Gelehrten, 1763 L'art du Tuilier et du Briquetier, 1764 L'art de convertir le cuivre rouge en laiton, 1771 L'art de faire la colle, 1775 La fabrique de l'amidon, 1777 L'art du savonnier und noch mehrere ähnliche gemeinnützige Anweisungen, deren Brauchbarkeit durch Uebersetzungen in die deutsche Sprache auch weiterhin nützte.

Macquer. Wir kommen nun zu der Betrachtung des letzten unter denjenigen bedeutenderen französischen Chemikern, welche ganz im Sinn und als Anhänger der phlogistischen Theorie arbeiteten. Peter Joseph Macquer sah noch die Angriffe gegen das System, dem er huldigte, mächtig auftreten, ohne daß er indeß weder es halten konnte, noch zu der Partei der Gegner desselben überging. Leben. Macquer gehörte einer Familie an, welche ursprünglich aus Schottland stammte, aus Ergebenheit zu den Stuarts nach dem Sturz dieses Hauses Vaterland und Vermögen zum Opfer gebracht und sich nach Frankreich übergesiedelt hatte. Er war zu Paris 1718 geboren, und widmete sich dem Studium der Medicin und Chemie mit außerordentlichem Eifer; schon 1745 wurde er Mitglied der Akademie, und nahm von dieser Zeit an den thätigsten Antheil an der Beurtheilung aller wichtigeren Entdeckungen, welche diesem Institute vorgelegt wurden. Als Professor der Chemie an dem Jardin des plantes hatte er vorzügliche Gelegenheit, für die Ausbreitung dieser Wissenschaft zu wirken, die er außerdem mit zahlreichen Originalarbeiten bereicherte; und wenn auch seine zu große Vorliebe für das ältere System und daraus entspringende Mißachtung der Arbeiten, welche zur Aufstellung einer neuen chemischen Theorie hinleiteten, seinen letzten Publicationen eine gewisse Einseitigkeit und Gezwungenheit mittheilte, so sind doch seine empirischen Forschungen für die Chemie von der größten Wichtigkeit geworden. Zu verschiedenen amtlichen Commissionen berufen, widmete er den ihm hier anvertrauten Gegenständen die größte Sorgfalt. So verdankt ihm die Färbekunst schätzbare Belehrungen, und die Manufactur zu Sevres gelangte zur Benutzung der trefflichen

Porzellanerde in Folge eines Preises, den er für die Auffindung einer solchen Erde aussetzte. Macquer starb 1784. Macquer.

Chemische Kenntnisse.

Seine Arbeiten erinnern in der Art der Ausführung schon ziemlich an die in dem folgenden Zeitalter und noch jetzt gebräuchliche; namentlich im Vergleich mit denen mancher unter den ersteren Chemikern dieser Periode. Von seinen einzelnen Untersuchungen hebe ich hier einige aus, die ihm vorzüglich seinen Ruhm als Scheidekünstler erwarben. — Er untersuchte die Auflöslichkeit der verschiedenen Oele in Weingeist und glaubte nachweisen zu können, daß sie alle eine Säure in sich enthalten, und daß der verschieden große Gehalt an dieser die Ursache ihrer verschiedenen Auflöslichkeit sei. — Ueber die Auflöslichkeit der verschiedenen Salze in Weingeist stellte er gleichfalls viele Beobachtungen an, und legte den Grund zu dem für die analytische Chemie nicht unwichtigen Verfahren, Salze von einander mittelst Weingeist zu trennen. Interessant sind noch für uns seine Untersuchungen über die Auflöslichkeit des elastischen Federharzes, wo er zeigte, daß sich dasselbe in Aether und flüchtigen Oelen lös't, und daß es aus der erstern Lösung eingetrocknet seine vorige Elasticität wieder erhält. — Seine Bemühungen, Flintglas zum optischen Gebrauch möglichst rein zu bereiten, verdienen ebenfalls Erwähnung, sie beweisen, wie Macquer die Fortschritte auch anderer Wissenschaften durch Anwendungen der Chemie zu befördern suchte. — Hauptsächlich verdienen seine Arbeiten über Arseniksäure hervorgehoben zu werden; er zuerst stellte aus dem Rückstande, nach Erhitzen des weißen Arseniks mit Salpeter, das krystallisirte arseniksaure Kali dar, welches noch lange den Namen Macquer's arsenikalisches Mittelsalz führte; auch die entsprechenden Salze mit Natron und Ammoniak bereitete er, doch gelang es ihm nicht, die Arseniksäure selbst im isolirten Zustande hervorzubringen.

Ebenso wichtig waren seine Untersuchungen über das Berlinerblau und den darin enthaltenen Farbestoff. Seine ersten Arbeiten darüber hatten zum Zweck, das beste Verfahren, diese Farbe auf Zeuge zu befestigen, ausfindig zu machen. Später zeigte er, daß in dem Berlinerblau eine färbende Substanz enthalten ist, welche durch Glühen zerstört wird; daß dieselbe auch einigermaßen saure Eigenschaften besitzt, sofern sie durch Kochen mit kaustischem Kali von dem Eisen an dieses übertragen werden kann, wodurch sich eine Salzlösung bildet, die noch das Vermögen besitzt, Eisen

Macquer. Chemische Kenntnisse.

aus seiner Auflösung mit blauer Farbe niederzuschlagen. Die grüne Farbe des entstehenden Niederschlags schrieb Macquer dem Umstande zu, daß hier das Eisen nicht vollkommen mit färbendem Stoff gesättigt sei, sondern noch Eisenoxyd von gelber Farbe enthalte, welche mit dem Blau des Niederschlags vermischt diesen grün erscheinen lasse. Werde das gelbe Eisenoxyd durch Salzsäure entfernt, so trete die blaue Farbe hervor. — Macquer hielt die färbende Substanz für reines Phlogiston; diesem gemäß nannte er die durch Kochen des Berlinerblau's mit Kali entstehende Lösung phlogistisirtes Alkali. — Einen Nachfolger in seinen Untersuchungen über die Arseniksäure sowohl, als über die färbende Substanz im Berlinerblau fand Macquer bald in Scheele, der die unvollkommneren Resultate dieser ersten Vorarbeiten zu einer deutlichern und umfassendern Erkenntniß erhob. Wir werden hierüber noch in diesem Zeitalter zu berichten haben, und wenden uns jetzt zu der nähern Betrachtung, in welchem Verhältniß Macquer zu der Phlogistontheorie stand.

Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Macquer's erstes Auftreten in der Chemie fiel in die Zeit, wo Stahl's Verbrennungstheorie sich des allgemeinsten Beifalls erfreute. Die Isolirung des Phlogistons wurde, wie wir schon oben bemerkten, damals gar nicht gesucht; der Begriff desselben war einer fruchtbaren Anwendung zu Erklärungen fähig und wurde namentlich da herbeigeholt, wo es sich um die Definirung von Stoffen handelte, die man gleichermaßen nicht darstellen konnte. So sehen wir auch Macquer, einen ganz consequenten Anhänger der Stahl'schen Lehre, das färbende Princip im Berlinerblau, weil es durch Hitze zerstört (abgeschieden) wird und er es zudem so wenig wie das reine Phlogiston isoliren konnte, geradezu als Phlogiston betrachten. Aber in der letzten Zeit von Macquer's Thätigkeit kamen neue Thatsachen, neue Betrachtungsweisen zur Sprache; man entdeckte Fälle, wo ein Metallkalk ohne Zusatz eines brennbaren Stoffs, der ihm Phlogiston abgeben könnte, reducirt werden konnte, durch bloße Wärmeapplication, wie z. B. der Quecksilberkalk. Mit dieser Erscheinung schien die Phlogistontheorie nach Stahl'schen Begriffen nicht bestehen zu können; die Fehlerhaftigkeit derselben wurde behauptet, aber Macquer versuchte sie noch zu halten und die neuen Thatsachen mit ihr in Uebereinstimmung zu bringen, indem er als Phlogiston den Lichtstoff betrachtete, welcher durchsichtige Gefäße durchdringend unter Beihülfe der Wärme Quecksilberkalk zu regu-

linischem Quecksilber herstellen könne. Diese Hypothese, zur Erklärung Einer neuen Thatsache aufgestellt, machte indeß die ganze Phlogistontheorie nur noch verwickelter; die Verwirrung, welche daraus hervorging, trug dazu bei, einer richtigeren neuen Ansicht den Sieg über die Phlogistontheorie in allen ihren Modificationen zu verschaffen. — Was übrigens Macquer besonders noch als dem phlogistischen Zeitalter ganz angehörig charakterisirt, ist die Vernachlässigung der quantitativen Verhältnisse zur Entscheidung in wichtigen theoretischen Fragen. Er stellte mehrere quantitative Untersuchungen an, in Betreff auf Mineralwasser, metallurgische Gegenstände u. s. w.; hier scheinen sie ihm nützlich, aber er hält sie doch für ganz unerheblich, wo es sich um die Widerlegung seiner Verbrennungstheorie handelt. Als man gegen diese geltend machte, daß die Verbindung des Metallkalkes mit Phlogiston weniger wiege, als der eine Bestandtheil, der Metallkalk, als man hieraus Schlüsse zog, der Metallkalk möge die Verbindung, das Metall der Bestandtheil sein — meinte Macquer, ihn habe die Nachricht besorgt gemacht, man sei auf Thatsachen gekommen, welche die phlogistische Theorie mit einemmale stürzen müßten, aber da er jetzt erfahren, es seien dies nur die eben genannten quantitativen Verhältnisse, sei er um den Fortbestand des alten Systems wieder ganz beruhigt. Macquer. Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Das Verhältniß Macquer's zur Phlogistontheorie war hier hervorzuheben, weil die Ansichten der letzten Gelehrten dieses Zeitalters in Betreff dieses Gegenstandes mit dem Uebergange zu einem neuen Zeitalter in engem Zusammenhange steht. Von seinen einzelnen Arbeiten habe ich viele hier unerwähnt lassen müssen, deren Anführung den folgenden Theilen vorbehalten bleibt; sie sind von ihm beschrieben hauptsächlich in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre 1745 bis 1779. Mehrerer kleinerer Schriften nicht zu gedenken, erwarb er sich namentlich noch großes Verdienst für die Verbreitung der Chemie durch die Abfassung von Lehrbüchern, welche mit Klarheit und Einfachheit große Vollständigkeit verbanden. Seine Elements de chymie théoretique (1749), denen er Elements de chymie pratique (1751) nachfolgen ließ, waren als Compendium in Frankreich und selbst mehreren Universitäten des Auslandes weit verbreitet; alle neuen Entdeckungen berücksichtigte er noch sorgfältig in seinen Elements de la théorie et de la pratique de la Chymie, welche 1775 heraus kamen. Sein Dictionnaire de chymie, der zuerst 1766 und bedeutend erweitert Schriften.

Macquer. Schriften.

1778 erschien, genoß eines vorzüglichen Ansehens; bei der Masse von Thatsachen, welche, ohne noch in dem gehörigen Zusammenhang unter einander zu stehen, in einem vollständigern chemischen Werke doch alle anzuführen waren, konnte allein bei dieser Einrichtung, Monographien aller Stoffe in alphabetischer Ordnung zu geben, erschöpfende und gleichmäßige Darstellung erzielt werden. Der Einfluß, welchen alle diese Werke auf die Verbreitung chemischer Kenntnisse äußerten, ergiebt sich aus der großen Zahl wiederholter Auflagen und der Menge von Uebersetzungen, die davon in deutscher, englischer, italienischer, spanischer, dänischer und russischer Sprache veranstaltet wurden.

Ausbreitung der Chemie in Frankreich.

Obgleich in Frankreich schon zu jener Zeit ein Centralisiren der Wissenschaft stark hervortritt (mehr noch als in Deutschland, wo indeß damals auch die berühmtesten Chemiker fast sämmtlich mit den gelehrten Anstalten Einer Stadt in Verbindung stehen), obgleich die hier besprochenen französischen Scheidekünstler ihre Thätigkeit alle zu Paris geltend machten, breitete sich doch auch in dem übrigen Frankreich das Bestreben, die Chemie durch selbstständige Arbeiten zu fördern, aus. In dem gegenwärtigen Zeitalter entstehen in vielen Städten Frankreichs Akademien, welche auch der Chemie Aufmerksamkeit zu Theil werden lassen; die Resultate ihrer Bestrebungen waren bei den meisten dieser Gesellschaften nicht bedeutend genug, um hier ein genaueres Eingehen in die Geschichte ihrer Stiftung und ihrer Leistungen zu veranlassen; nur einer muß hier erwähnt werden, welche gerade bei dem Schlusse dieses Zeitalters tüchtige Chemiker heranbildete. Es ist dies die Académie des sciences, arts et belles lettres zu Dijon, welche, schon seit 1693 vorbereitet und seit 1725 dem Namen nach bestehend, doch erst seit 1741 sich thätig bewies. Ihre Memoiren erschienen von 1769 an, sie enthalten schätzbare Abhandlungen, deren wir bei der Geschichte der ersten Chemiker des folgenden Zeitalters zu erwähnen haben; für dieses Zeitalter noch ist für keins ihrer Mitglieder eine genauere Besprechung seiner Leistungen nöthig.

Akademie zu Dijon.

Ausbildung der Phlogistontheorie in England.

Mit der Reihe der französischen Chemiker, welche wir bis hierher betrachteten, gleichzeitig, wirkten in England mehrere Männer, welche auch alle aus der Schule der phlogistischen Theorie hervorgehend, dieser die Resultate ihrer Arbeiten unterordnen; welche den Sturz dieser Theorie eintreten sahen, theilweise dann der neuen bessern Ansicht beitretend, theilweise

hartnäckig an der ältern festhängend. Aber jeder von diesen englischen Chemikern, mochte er nun von der Hypothese des Phlogistons sich später lossagen oder nicht, trug wesentlich zur Begründung einer entgegengesetzten Theorie bei, durch Entdeckung von Thatsachen, deren Erklärung den Gegnern des phlogistischen Systems die stärksten Beweisgründe für die Richtigkeit ihrer Sache gab. Als solche Schlußpunkte der Entwicklung der phlogistischen Theorie in England, als den Uebergang zu einem neuen Zeitalter vermittelnd haben wir hier die Leistungen und Ansichten Black's, Cavendish's und Priestley's zu betrachten. Ausbildung der Phlogistontheorie in England.

Ein langer Zwischenraum trennt den letzten Chemiker Englands, dem in dieser allgemeinen Geschichte der Chemie eine ausführlichere Betrachtung einzuräumen war, von der Zeit, in welcher die jetzt zu besprechenden Gelehrten lebten. Wenn gleich noch gegen 1700 und auch in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts einzelne Chemiker jenes Landes lebten, deren Untersuchungen verdienstvoll genannt zu werden verdienen, so wußte doch keiner von diesen seine Ansichten zu den allgemeiner angenommenen zu machen, keiner wußte sich so hoch zu stellen, um als Repräsentant der ganzen Chemie zu einer bestimmten Zeit oder als der Vertreter einer gewissen einflußreichen Richtung in dieser Wissenschaft angesehen werden zu können. Die ausgezeichneteren Talente, welche zu dieser Zeit in England sich dem Studium der Naturwissenschaften widmeten, waren zu sehr damit beschäftigt, das von Newton eröffnete Gebiet, Anwendung der Mathematik auf die Naturforschung, zu bebauen, als daß die Chemie, welche damals dieser Behandlungsweise noch nicht fähig war, vieler Anhänger und Förderer von weiter greifender Bedeutsamkeit sich hätte erfreuen dürfen. Doch war die Verbreitung naturwissenschaftlicher Forschungen auch in England überall im Fortschreiten; durch Bildung neuer gelehrter Gesellschaften bethätigte sie sich auch hier und bot Aufforderung zu neuen Untersuchungen. — In Schottland hatte schon 1731 zu Edinburg durch das Zusammentreten mehrerer Aerzte eine solche Gesellschaft sich gebildet, deren Zweck zwar zunächst Förderung der Arzneiwissenschaft war, — (wie denn auch die ersten Schriften dieser Societät, Medical Essays and Observations, 1733 — 1744, fast ganz medicinischen Inhalts sind) — die aber später mit erweiterter Aufgabe ihre Beschäftigung auf die gesammte Naturwissenschaft ausdehnte, und seit 1754 in ihren Essays and Observations Physical and Litterary read before a Society in Edinburgh auch viele chemische Aufsätze publicirte. Von 1788 an, wo Edinburger Societät.

die Gesellschaft als königliche Akademie anerkannt wurde, erschienen ihre Denkschriften als Transactions of the Royal Society of Edinburgh. — In Irland wurde erst 1782 eine ähnliche Gesellschaft zu Dublin gestiftet, deren Schriften, Transactions of the Royal Irish Academy, seit 1787 herauskamen, und gleichfalls für die Chemie wichtige Abhandlungen enthalten. Die letztere Akademie, obgleich tüchtige Scheidekünstler, wie namentlich den in den folgenden Theilen öfters zu erwähnenden Kirwan, zu ihren Mitgliedern zählend, hat indeß doch keinen Chemiker von solcher Bedeutsamkeit aufzuweisen, daß ihm schon hier eine ausführlichere Betrachtung zu widmen wäre; der Edinburger Gesellschaft hingegen gehörte ein Gelehrter an, Black, mit dessen Thätigkeit wieder ein größerer Einfluß der chemischen Untersuchungen in seinem Vaterlande auf die gesammte Wissenschaft beginnt; seine Entdeckungen, die schnell von den meisten Chemikern anerkannt wurden, berichtigten einzelne höchst wichtige Ansichten in der Chemie und bildeten so ein Vorspiel zu der großen Reform, welche bald unsere Wissenschaft umgestaltete.

Dubliner Akademie.

Black.

Leben.

Joseph Black war 1728 zu Bordeaux geboren, wo sein Vater, der aus Schottland stammte, in Handelsgeschäften lebte. Um eine nationale Erziehung zu erhalten, wurde Black schon früh aus Frankreich entfernt; von 1740 an erhielt er seine erste Ausbildung zu Belfast in Irland, und 1746 bezog er die Universität Glasgow. Er studirte hier Medicin, und wurde zugleich mit den Naturwissenschaften vertrauter. Namentlich mit der Chemie begann er sich näher zu beschäftigen, angeregt durch die Vorlesungen, welche der als Arzt berühmt gewordene Dr. Cullen *) damals zu Glasgow

*) William Cullen gilt in England als der Führer der Reihe von Chemikern, welche in diesem Lande etwa seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Chemie aus dem wissenschaftlichen Gesichtspunkte bearbeitet haben; er erlangte diesen Ruhm, ob er gleich fast gar keine selbstständige chemische Arbeit ausgeführt hat, durch den Erfolg seiner Vorlesungen, in welchen er den Sinn für Chemie bei Vielen zu wecken, und die Scheidekunst selbst als eine Wissenschaft, die philosophischer Behandlung fähig und der Aufmerksamkeit aller Gebildeten würdig sei, nicht bloß als eine Summe empirischer Thatsachen, hinzustellen wußte. Cullen war 1712 in Lanarkshire in Schottland geboren; er wurde 1746 Lehrer der Chemie an der Universität zu Glasgow, 1756 an der zu Edinburg. Er war ein thätiges Mitglied der gelehrten Gesellschaft der letztern Stadt; von 1766 an beschäftigte er sich ausschließlich mit Medicin, in welcher Wissenschaft er sich namentlich ihrem theoretischen Theile nach vieles Ansehen erwarb. Er starb 1790.

hielt. — Im Jahre 1750 ging Black nach Edinburg, um da seine medicinischen Studien zu vollenden. Der Gegenstand seiner Inauguraldissertation stand in Beziehung zu einer Frage, welche damals die ärztliche Welt sehr beschäftigte, zu der Heilung der Blasensteinkrankheit nämlich durch auflösende Mittel. Diese Mittel glaubte man besonders in den kaustischen Alkalien zu finden; die Untersuchung der Ursache der Kausticität bei dem Kalk, die Erklärung, wie sich diese Eigenschaft auf Alkalien übertragen läßt, beschäftigten Black schon bei der Ausarbeitung seiner Dissertation; noch genauer entwickelte er seine Ansichten über diesen Gegenstand 1755 in einer besondern Abhandlung. Durch diese Arbeit stieg sein Ruf als Chemiker so schnell, daß er bereits 1756, bei Dr. Cullen's Weggang von Glasgow nach Edinburg, an dessen Stelle zum Professor der Chemie in Glasgow ernannt wurde. Und als Dr. Cullen zu Edinburg 1766 die Professur der Chemie mit der der Medicin vertauschte, wurde abermals Black sein Nachfolger, und war von 1766 bis 1797 zu Edinburg für die Verbreitung unsrer Wissenschaft durch geistvolle und mit dem größten Interesse aufgenommene Vorlesungen thätig. In dem letzten Jahre indeß war seine, von jeher schwächliche, Gesundheit in dem Grade zerrüttet, daß er allen anstrengenderen wissenschaftlichen Beschäftigungen entsagen mußte; mit zunehmender Kränklichkeit lebte er bis 1799, wo er im 71. Jahre seines Alters starb. Black. Leben.

Black hat nur wenige Untersuchungen bekannt gemacht, die für die Chemie von allgemeinerer Wichtigkeit sind, aber unter diesen wenigen sichert ihm die bereits angedeutete Arbeit über die Kausticität für stets eine ehrenvolle Stelle unter den hauptsächlichsten Beförderern der Chemie, da er zuerst den Unterschied zwischen milden und ätzenden Alkalien, und die Verwandlung der einen in die anderen, richtig zu erklären wußte. Untersuchungen über die Kausticität.

Ich werde in der Folge, wo ich die Geschichte der Lehre von den Alkalien speciell abhandle, auf die Meinungen ausführlicher zurückkommen, welche bis zu Black's Zeiten über die Ursache des Aetzendseins der Alkalien angenommen waren. Hier nur so viel, daß man zu jener Zeit noch die milden Alkalien als einfache Substanzen ansah, die durch Verbindung mit Feuerstoff erst ätzend würden; der Kalk werde bei dem Brennen kaustisch durch Aufnahme von Feuermaterie, und diese lasse sich dann von dem Kalk auf andere Alkalien übertragen. Diese Hypothese erklärte zugleich, warum

Black. Untersuchungen über die Kausticität.

der Kalk nicht mehr kaustisch ist, wenn er zur Aetzendmachung anderer Alkalien gedient hat — er enthält die Feuermaterie nicht mehr, da er sie an die Alkalien abgetreten hat. Black zuerst zeigte, daß die Hypothese eines solchen Feuerstoffs falsch ist; daß die milden Alkalien nicht einfache Substanzen, sondern Verbindungen sind; daß die Kausticität ihnen nicht mitgetheilt wird durch Verbindung mit einer Substanz, der Feuermaterie, sondern durch Entziehung einer Substanz (der Kohlensäure), welche er als fixe Luft bezeichnete. Black constatirte, daß nichtätzender Kalk an Gewicht verliert, wenn er zu ätzendem wird; er schloß daraus, daß der erstere den letztern als Bestandtheil in sich enthält; er zeigte, daß die Alkalien in dem Zustande, wo sie nicht ätzend sind, mit Säuren aufbrausen, und eine Luftart von sich geben, welche ganz dieselbe ist, wie die aus nicht ätzendem Kalk durch Glühen ausgetriebene; er fand in dieser fixen Luft den zweiten Bestandtheil der milden Alkalien. So stellte er fest, daß diese Körper im einfacheren Zustande ätzend sind, und erst durch Verbindung mit fixer Luft diese Eigenschaft verlieren; daß die Aetzendmachung der Alkalien durch Kalk darauf beruht, daß die fixe Luft von den erstern an den letzteren tritt. — Diese richtige Auffassung der Kausticität wurde bald allgemein angenommen, wenn auch noch im Anfang sich einige Chemiker dagegen erhoben und andere eine Uebereinstimmung zwischen Black's neuer Lehre und der ältern falschen zu erkünsteln suchten.

Ueber latente Wärme.

Noch mehrere andere chemische Untersuchungen, welche Black anstellte (so z. B. trug er dazu bei, den Unterschied der Magnesia von der Kalkerde noch fester zu begründen; mehrere Mineralwasseranalysen führte er aus, die Methode, Salpeteräther durch Uebereinandergießen von Säure, Wasser und Weingeist zu bereiten, so daß nur langsame Vermischung der verschiedenen Schichten statthaben kann, ist ihm eigenthümlich u. s. w.), bespreche ich hier, als minder folgereich, nicht weitläufiger; aber hervorgehoben zu werden verdient noch eine Arbeit von ihm, welche, wenn gleich mehr der Physik angehörig, doch auch für die Chemie von großer Wichtigkeit geworden ist, nämlich seine Forschungen über die latente Wärme. Diesen Theil der Wärmelehre begründete er; er zuerst zeigte, noch während seines Aufenthalts zu Glasgow, daß eine gewisse Menge Wärme erforderlich ist, um feste Körper (wie Eis) in den flüssigen Zustand (Wasser) überzuführen; daß diese gewisse Menge Wärme nicht die Temperatur des Körpers erhöht, sondern nur zur Aenderung seines Aggregatzustandes ver-

wandt wird; daß sie absorbirt wird, ohne dann für das Thermometer noch weiter wahrnehmbar zu sein; weßhalb er sie als latente Wärme bezeichnete. Ebenso that er später dar, daß auch bei dem Uebergang einer Flüssigkeit in den dampfförmigen Zustand die Absorption einer gewissen Menge Wärme statthat, die gleichermaßen nicht durch das Thermometer angezeigt wird und als latente betrachtet werden muß. Er suchte auch die Quantität Wärme zu bestimmen, welche bei der Verwandlung des Eises in Wasser und des Wassers in Dampf latent wird, und wenn auch seine Bestimmungen später durch richtigere ersetzt wurden, so sind sie doch für den damaligen Zustand der Experimentalphysik genau zu nennen, und die Methoden, welche er zu diesen Bestimmungen anwandte, bezeugen seinen Scharfsinn und seine Geschicklichkeit im Experimentiren hinlänglich.

Black. Untersuchungen über latente Wärme.

Black's Verhältniß zur Phlogistontheorie ist hier noch zu besprechen. Eine der größten Zierden des Zeitalters dieser Theorie trug doch Black zur Erschütterung derselben viel bei. Er bekannte sich lange zu ihr; seine wissenschaftliche Ausbildung in der Chemie verdankte er der systematischen Zusammenfassung der Thatsachen, welche Stahl's Hypothese möglich gemacht hatte; in diese Lehre eingeweiht, fand er zunächst keinen Grund, sie zu bestreiten. Und doch bestritt er sie indirect, indem er, dem Geist der phlogistischen Lehre zuwider, bei der Erklärung der qualitativen Erscheinungen die quantitativen Verhältnisse als entscheidend gelten ließ, indem er eine von der Phlogistontheorie recipirte Lehre, die der Kausticität, stürzte, weil er nicht einen schwerern Körper als Bestandtheil eines absolut leichtern anerkannte; indem er seiner Ansicht Anhänger zu gewinnen wußte, daß, wenn man aus einer bestimmten Quantität eines Körpers eine geringere Quantität eines andern erhält, diese letztere nicht eine Verbindung des erstern sein kann, sondern als ein Bestandtheil desselben zu betrachten ist. Als diese Betrachtungsweise, die Black nur auf die Erscheinungen der Kausticität des Kalks und der Alkalien anwandte, später auf die allgemeinsten Vorgänge der Chemie, auf die Verbrennungserscheinungen, ausgedehnt wurde und einen Umsturz des gesammten chemischen Systems herbeiführte, konnte Black kein Bedenken tragen, der neuern Ansicht beizutreten, einer Ansicht, welche sich auf dieselbe Art der Beurtheilung vieler Thatsachen stützte, wie er sie für wenige zuerst geltend gemacht hatte. Black ist der einzige hier zu betrachtende Chemiker des jetzt in Rede stehenden Zeitalters, der noch die

Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Black. Unrichtigkeit der phlogistischen Theorie offen anerkannte, aber er war doch in dieser Geschichte noch dem Zeitalter der phlogistischen Theorie, und nicht dem folgenden, zuzutheilen, weil seine wissenschaftliche Thätigkeit fast ganz in die Zeit fällt, wo er sich noch als Anhänger dieser Theorie bekannte.

Schriften. Seine literarischen Leistungen sind nicht zahlreich; sein schwächlicher Gesundheitszustand und eine gewisse Sorglosigkeit hinsichtlich der Geltendmachung seiner eigenthümlichen Untersuchungen ließen ihn nur wenig veröffentlichen. Seine Inauguraldissertation, woran sich seine Untersuchungen über die Kausticität der Erden und Alkalien zuerst knüpfen, erschien 1754 unter dem Titel: Dissertatio de humore acido a cibo orto et de magnesia. Vollständig erörterte er diesen Gegenstand in einer Abhandlung: Experiments upon Magnesia alba, Quicklime, and other Alcaline Substances, welche 1755 in den Schriften der Edinburger Gesellschaft, und später, 1796, noch einmal (gleichfalls in englischer Sprache) als selbstständiges Werk publicirt wurde. Auch die späteren Schriften jener Gesellschaft enthalten, bis zu 1790, noch mehrere Aufsätze von ihm; die Untersuchungen über latente Wärme erschienen in den Philosophical Transactions für 1775. Seine Vorlesungen über Chemie, von welchen er ein Manuscript hinterlassen hatte, wurden nach seinem Tode (1803) unter dem Titel »Lectures on Chemistry« veröffentlicht.

Black hatte die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diejenige Gasart gelenkt, welche in den milden Alkalien enthalten ist; er zuerst zeigte eigentlich, wie ein Gas als chemischer Bestandtheil in eine Verbindung eintreten kann. Er hatte dadurch auf das Studium der Gase überhaupt hingewiesen, und noch zu seinen Lebzeiten sehen wir mehrere Gelehrte mit Erfolg sich dieser Art von Untersuchungen befleißigen, in England zunächst Cavendish, der die Lehre von den Gasen in chemischer Beziehung durch genaue und richtige Versuche ungemein förderte.

Cavendish.

Leben. Heinrich Cavendish war 1731 zu London geboren; seine Familie gehörte einem der ältesten Häuser Englands an, und war mit Glücksgütern reich gesegnet. Von seinen Lebensverhältnissen ist wenig zu berichten; bis zu dem Tode seines Vaters in beschränkten Vermögensumständen lebend, eignete er sich in dieser Zeit eine Zurückgezogenheit und ein abstoßendes Benehmen an, was ihn auch später, als er durch verschiedene Erbschaften in

den Besitz eines ungemeinen Reichthums gekommen war, nicht mehr ver- Cavendish. Leben.
ließ. Die Wissenschaften waren seine Lieblingsbeschäftigung; vorzugsweise gab er sich mit Chemie ab, doch erwähnt auch die Geschichte der Physik seiner ehrenvoll, wie er denn die schwierigsten Untersuchungen über die Dichtigkeit der Erde mit Erfolg durchführte; auch über Gegenstände der Elektricitätslehre, der Astronomie und noch andere hat er Abhandlungen publicirt. Sein wenig leutseliger Charakter ließ ihn nur mit einer sehr kleinen Zahl von Chemikern in Berührung treten; von 1790 an scheint er sich von der Scheidekunst fast ganz abgewandt zu haben. Zurückgezogen lebte er, fast stets in London, bis 1810, wo er im 79. Jahre seines Alters starb.

Diejenigen Untersuchungen, wodurch sich Cavendish hauptsächlich als Chemiker ausgezeichnet hat, stehen alle in mehr oder weniger naher Beziehung zu der Lehre von den Gasen. — Bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zweifelten noch Viele, ob luftförmige Stoffe, welche andere Eigenschaften als die gemeine Luft besitzen, als von dieser wirklich verschiedene Gasarten angesehen werden müßten, oder ob nicht vielmehr die Verschiedenheit nur auf der Beimengung irgend eines Stoffs zu gewöhnlicher atmosphärischer Luft beruhe. Cavendish zeigte 1766, daß es Gase giebt, welche auf keine Weise als gewöhnliche Luft mit irgend einer Beimengung betrachtet werden können, er zeigte dies an der Kohlensäure (welche er mit Black fixe Luft nannte) und an dem Wasserstoffgas (das er als brennbare Luft unterschied). Für beide Gase stellte er eine genaue Untersuchung aller Eigenschaften an. — Das Wasserstoffgas, welches er durch Auflösen von Metallen in verdünnter Schwefelsäure sich bereitete, fand er bedeutend specifisch leichter als die atmosphärische Luft; seine Angabe der Dichtigkeit ist nicht genau, allein es ist dies um so weniger zu verübeln, als Cavendish überhaupt der Erste war, der bei der Bestimmung der Eigenschaften von Gasen Rücksicht auf das specifische Gewicht nahm. Er fand, daß das Wasserstoffgas die Verbrennung und das Athmen nicht unterhält, daß es aber selbst brennbar ist; er entdeckte an ihm die Eigenschaft, mit atmosphärischer Luft gemengt und entzündet heftig zu explodiren, und suchte das Mengenverhältniß zu bestimmen, bei welchem die Explosion am stärksten ist. — Er nahm wahr, daß gleiche Gewichte verschiedener Metalle bei ihrem Auflösen in Schwefelsäure verschiedene Mengen von Wasserstoffgas entwickeln, und suchte diese auszumitteln; er beobachtete, daß die Schwefelsäure con-

Untersuchungen über Gase.

Cavendish. Untersuchungen über Gase.

centrirt die Metalle nicht angreift, und erst bei dem Erhitzen eine Gasart (schweflige Säure) entwickelt, die nicht Wasserstoffgas ist. Cavendish nahm an, das Wasserstoffgas sei mit Phlogiston identisch; aus seiner Verbindung mit Metallkalk werde es aus den Metallen unverändert abgeschieden, wenn die darauf wirkende Schwefelsäure verdünnt sei; es verbinde sich mit einem Theile der Schwefelsäure, wenn man diese im concentrirten Zustande einwirken lasse, und diese Verbindung sei dann die schweflige Säure (schon Stahl hatte diese als phlogistisirte Schwefelsäure bezeichnet). Diese Ansichten über die Identität des Phlogistons mit Wasserstoff wurde bald die von den meisten Phlogistikern angenommenen.

Um die Eigenschaften der Kohlensäure kennen zu lernen, bereitete sie Cavendish durch Auflösen von Marmor in Salzsäure; er untersuchte die Absorbirbarkeit dieses Gases in Bezug auf Wasser, Alkohol und Oel, und bestimmte ihr specifisches Gewicht ziemlich genau. Ihr Unvermögen, die Verbrennung zu unterhalten, constatirte er, und suchte auszumitteln, eine wie große Menge fixer Luft der gewöhnlichen Luft beigemischt sein muß, um den Verbrennungsproceß gänzlich zu verhindern. Er fand, daß die fixe Luft mit Kali vereinigt, dasselbe leicht krystallisirbar macht. Da verschiedene Stoffe (Marmor, Potasche u. s. w.) durch Behandeln mit Säuren ungleiche Mengen von fixer Luft ausgeben, so bestimmte er auch die quantitative Zusammensetzung mehrerer solcher kohlensaurer Salze; seine Resultate weichen noch sehr von den richtigen Verhältnissen ab, bildeten aber doch ein Fundament, was der weitern Vervollkommnung fähig war. — Endlich zeigte er auch noch, daß bei der Weingährung sich Kohlensäure entwickelt, und daß das auf diese Art sich bildende Gas in seinen Eigenschaften ganz mit dem übereinstimmt, was man durch Behandeln von Marmor mit Säuren erhält; in der Luft, welche sich bei der Fäulniß thierischer Substanzen entwikkelt, fand er außer fixer Luft auch noch brennbares Gas enthalten.

Ich habe bei dieser ersten Arbeit Cavendish's etwas ausführlich verweilt, als bei einer Untersuchung, die, von allen früheren Arbeiten über die Gase sehr verschieden, schon ganz den Stempel der noch jetzt gebräuchlichen Forschungsweise trägt, und zuerst dabei die Punkte als hauptsächliche hervorhebt, welche wir auch jetzt noch als die für die chemische Natur eines Gases wissenswerthesten anerkennen. — Eine andere wichtige Abhandlung

Ueber die Zusammensetzung der Atmosphäre.

publicirte Cavendish später (1783) über die quantitative Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, in welcher Sauerstoff und Stickstoff einige Jahre

früher als eigenthümliche Bestandtheile unterschieden worden waren. Es war unter den Aerzten und Chemikern der damaligen Zeit die Ansicht herrschend, daß die Güte der Luft, ihr wohlthätiger Einfluß auf die Gesundheit, bedingt sei von der Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs. Die Mittel, welche man damals anwandte, um die Luft zu zerlegen, waren sehr unvollkommen; sie beschränkten sich fast nur auf die kurz vorher (1774) von Priestley gemachte Entdeckung, daß eine sauerstoffhaltende Luftmischung eine um so stärkere Volumsverminderung durch Zusatz von Salpetersäure erleidet, je reicher sie an Sauerstoff ist; bei der Unvollkommenheit der Mittel, auf dieses Princip hin die Analyse der Luft zu bewerkstelligen, konnte es nicht fehlen, daß zwei Versuche, an verschiedenen Orten oder zu verschiedenen Zeiten ausgeführt, bedeutende Differenzen in dem Sauerstoffgehalt der Luft ergaben, und man glaubte mit großer Zuversichtlichkeit, daß das ungesunde Klima verschiedener Gegenden, der nachtheilige Einfluß gewisser Jahreszeiten in einer Verringerung des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre seinen Grund habe. Cavendish zeigte zuerst, daß die Differenzen, welche man hinsichtlich der Zusammensetzung der Luft gefunden hatte, nur durch die Unzuverlässigkeit der Instrumente oder die Ungeschicklichkeit der Beobachter verursacht sind; daß die Luft überall und zu allen Jahreszeiten gleich zusammengesetzt ist. Cavendish's Analyse der Luft, ob sie gleich auch mit dem unsichern Salpetergaseudiometer angestellt war, ist überdieß recht genau und kommt allen neueren Beobachtungen hierüber sehr nahe. Cavendish. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre.

Von der größten Wichtigkeit unter allen Arbeiten Cavendish's waren diejenigen, welche in den Jahren 1784 und 1785 unter dem Titel: Experiments on air publicirt wurden. Er suchte hier allgemein auszumitteln, welche Veränderungen die Luft erleidet, wenn in ihr Körper verbrennen (die Ursache zu finden, wie er sich ausdrückt, von der Verminderung des Volums der atmosphärischen Luft, durch alle die verschiedenen Mittel, welche sie phlogistisiren), und überhaupt zu erforschen, welches die Producte der Vereinigung von zwei Gasen, durch Verbrennung des einen im andern oder durch andere Mittel, sind. In dieser wichtigen Arbeit zeigte er, daß durch Verbrennung nur dann Kohlensäure gebildet wird, wenn in dem verbrennenden Körper eine animalische oder vegetabilische Substanz enthalten ist; — daß sich das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammensetzt (indem er nachwies, daß durch Verbrennung dieser beiden Gasarten sich Wasser erzeugt, von gleichem Gewichte, wie das der Gasarten zusammen war); — Ueber Wasser, Salpetersäure ꝛc.

Cavendish. Untersuchungen über Wasser, Salpetersäure etc.

daß salpetrige Säure erzeugt wird, wenn Stickoxyd sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre vereinigt; — und endlich, daß die Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff besteht (da seine Versuche nachwiesen, daß ein Gemenge aus diesen Gasen in den rechten Verhältnissen durch fortgesetztes Durchschlagen des elektrischen Funkens in Salpetersäure verwandelt wird, welche sich sammeln und nachweisen läßt, wenn das Gasgemenge mit Wasser in Berührung ist). — In dieser Arbeit sind also die wichtigsten Entdeckungen enthalten, welche eine Umgestaltung der ganzen Chemie mit sich bringen mußten; am folgereichsten erwies sich die in ihr gelegte Grundlage zu einer richtigen Ansicht über das Wasser, als einen zusammengesetzten Körper, und über seine Bestandtheile. Diese Erkenntniß diente den eben damals aufkommenden Bemühungen, die phlogistische Theorie zu stürzen, zur kräftigsten Unterstützung; sie setzte die Gegner der phlogistischen Theorie erst in den Stand, alle Erfahrungen ohne Annahme des Phlogistons consequenter zu interpretiren, sie gab den Schlüssel zu der Erklärung, warum bei Auflösen von Metallen in verdünnter Säure sich Wasserstoffgas entwickelt, indem nun eine Zerlegung des Wassers in seine Bestandtheile dadurch angezeigt war, und stellte auch die letzte Ausflucht der Phlogistiker als unhaltbar dar, daß nämlich der Wasserstoff als Phlogiston im Zustande der größten Reinheit angesehen werden müsse.

Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Cavendish selbst indeß, ob er gleich zur Umgestaltung der chemischen Theorie, zur Widerlegung des phlogistischen Systems, durch seine Entdekkungen von Thatsachen so wesentlich beitrug, war doch weit entfernt, dies selbst anzuerkennen; er blieb vielmehr der Theorie, deren Sturz er beschleunigen half, getreu, durch eine Deutung seiner Beobachtungen, die den Phlogistiker stets scharf charakterisirt — durch Vernachlässigung der Gewichtsverhältnisse und bloße Berücksichtigung der qualitativen Erscheinungen. — Wir sahen schon oben, daß er den Wasserstoff für Phlogiston anerkannte, und seine Entwicklung aus Metallen mit Säuren für eine Zerlegung des Metalls ansah, während doch hier eine Verbindung des Metalls (mit dem Sauerstoff des Wassers) vor sich geht. Aehnlich deutete er alle seine anderen Erfahrungen, stets Zersetzung da annehmend, wo eine Verbindung Statt hat. Die Chemiker dieses Zeitalters sahen die Verbrennung als eine Abgabe des Phlogistons von dem verbrennlichen Körper an einen andern, z. B. die Luft, an; als man verschiedene Luftarten entdeckt hatte, welche die Ver=

brennung ungleich gut unterhalten, fügte man die Annahme hinzu, eine Gasart beförderte die Verbrennung um so lebhafter, je weniger sie Phlogiston bereits enthalte; sie sei unfähig, die Verbrennung zu unterhalten, wenn sie mit Phlogiston bereits gesättigt sei. So sah man den Stickstoff als phlogistisirte (mit Phlogiston ganz gesättigte), das Sauerstoffgas als dephlogistisirte (von Phlogiston ganz freie) Luft an. Demgemäß erklärte Cavendish die Bildung von Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff nicht als eine Verbindung dieser beiden Stoffe, sondern als eine Zerlegung der phlogistisirten Luft; er schloß, daß phlogistisirte Luft nichts anderes als Salpetersäure mit Phlogiston luftförmig verbunden sei; durch die Einwirkung der Elektricität bei Berührung mit Sauerstoff trete das Phlogiston an diese, und die Salpetersäure werde frei. Aehnlich faßte er seine Erfahrungen über die Bildung von Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff auf; er erklärte den Sauerstoff für dephlogistisirtes Wasser, aber man könne auch den Wasserstoff für eine Verbindung von Phlogiston mit Wasser halten; nach der ersteren Ansicht bildete sich dann das Wasser durch Zuführen von Phlogiston (Wasserstoff) zum Sauerstoff, nach der letztern durch Wegnahme des Phlogistons, durch Abgabe desselben an (d. h. Verbrennung mit) Sauerstoff. Hier haben wir offenbar wieder den Conflict der ältern phlogistischen Ansicht mit der später ausgebildeten (vergl. Seite 152), wo zuerst Verbindung mit Phlogiston so viel hieß, als jetzt Trennung von Sauerstoff, und umgekehrt, — später aber Verbindung mit Phlogiston gleichbedeutend wie Verbindung mit Wasserstoff war. — Durch dieses Festhalten an dem einmal erfaßten System, durch dieses zwangsmäßige Streben, Thatsachen in der Sprache einer Theorie zu erklären, welche dieser doch widersprechen, hat Cavendish unleugbar das Verdienst seiner Entdeckungen sich selbst geschmälert; er muß es mit Anderen theilen, welche die Erklärungen seiner ausgezeichneten Beobachtungen in der unzweideutigen Ausdrucksweise einer richtigen Theorie gaben, und die von ihm gemachten Entdeckungen als einzelne und vorzüglich wichtige Theile eines umfassenderen Systems zur Anerkennung brachten. —

Cavendish. Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Cavendish's Abneigung gegen alle Neuerungen in der Chemie, in der Theorie und in der Nomenclatur, ließ ihn stets Anhänger der Phlogistonhypothese bleiben. Er räumte zwar 1784 ein, daß sich die meisten chemischen Processe auch ohne Annahme des Phlogistons erklären lassen, aber behauptete auch, daß es nicht nöthig, und deßhalb fehlerhaft sei, die Annahme des Phlogistons zu verwerfen; er veröffentlichte eine Darstellung der Phlo-

Cavendish. Verhältniß zur Phlogistontheorie.

gistontheorie, die mit großem Scharfsinne ausgearbeitet sich auf alle Einwürfe, welche man dieser Theorie machte, einließ, und deren Beachtung vielleicht den Sturz dieses Systems noch etwas verzögert hätte; allein um 1785 wurde bereits, wie wir weiter unten sehen werden, der Streit über diesen Gegenstand für fast entschieden gehalten; Cavendish's Vertheidigung, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, da sie ohne bedeutenden Einfluß auf die Gestaltung der Wissenschaft blieb, kam zu spät und erregte nur wenig Aufmerksamkeit; seine Gegner ließen ihr fast gar keine Berücksichtigung zu Theil werden. Später hat Cavendish sich über die chemische Theorie nicht mehr ausgesprochen; nie aber bekannte er sich als einen Gegner des phlogistischen Systems.

Mehrere andere Arbeiten von Cavendish bespreche ich hier nicht genauer, ob sie gleich auch (wie z. B. die Nachweisung, daß Kalk und Magnesia durch einen Ueberschuß von Kohlensäure in Wasser löslich werden, die Untersuchungen über die Gefrierpunkte von Quecksilber und Mineralsäuren u. s. w.) schätzbare Erweiterungen der chemischen Kenntnisse abgaben. —

Schriften.

Seine schriftstellerischen Leistungen, die wenig zahlreich sind, legte er in den Philosophical Transactions für 1766 bis 1792 nieder; einzelne seiner Abhandlungen kamen auch in England als selbstständige Werke heraus, so die Experiments on air 1784, ein Account of a new Eudiometer 1783 u. a.

Cavendish hatte wenige Gasarten, diese aber gründlich, untersucht; ein Zeitgenosse von ihm, Priestley, übertraf ihn weit, was die Anzahl der von ihm entdeckten gasförmigen Körper betrifft, nicht aber in der so scharfen

Priestley. Leben.

Ausmittelung ihrer Eigenschaften und Reactionen. Joseph Priestley war 1733 zu Fieldheat, einem Dorfe nahe bei der Stadt Leeds in Yorkshire, geboren. Von seinem Vater zum Kaufmann bestimmt, genoß er eine dieser Beschäftigung entsprechende Erziehung; doch blieb er auch gelehrtem Unterricht nicht fremd, und das Studium der alten Sprachen fesselte ihn besonders, da er schon früh mehr Beruf in sich fühlte, dem geistlichen als dem Handelsstande sich zu widmen. In seinem neunzehnten Jahre entschloß er sich, seiner Neigung zu folgen, und studirte nun drei Jahre hindurch Theologie auf der Akademie zu Daventry. Diese Anstalt verließ er 1755; er hatte sich hier in religiösen Ansichten bestärkt, welche von den in England

herrschenden bedeutend abwichen, und eine gewisse Unduldsamkeit in religiösen und auch politischen Dingen in sich aufgenommen, welche später den nachtheiligsten Einfluß auf seine Lebensverhältnisse ausübte. Er ließ sich zunächst zu Needham in der Grafschaft Norfolk nieder, als Prediger der dortigen dissentirenden Gemeinde. Diese Stellung, welche für ihn reich an Unannehmlichkeiten war, vertauschte er 1758 mit einer gleichen zu Nentwich in Cheshire, wo er angenehmere Verhältnisse fand. Hier begann Priestley zuerst, sich mit Naturwissenschaften abzugeben, die Elektricitätslehre besonders beschäftigte ihn und das Studium derselben wurde seine Schule in der Kunst zu experimentiren. Im Jahre 1761 folgte er einer Aufforderung, die Stelle eines Sprachlehrers an der Akademie zu Warrington zu übernehmen, die er sechs Jahre lang bekleidete; er hatte hier mehr Muße als je zuvor und beschäftigte sich um so eifriger mit den Naturwissenschaften. Seine Geschichte der Elektricitätslehre, welche 1767 erschien und selbst in Frankreich und Deutschland damals hochgeschätzt wurde, verdankt diesem Zeitraume ihre Entstehung; damals wurde er auch Mitglied der königlichen Gesellschaft zu London und erhielt zur Anerkennung seiner Verdienste um die Wissenschaft von der Universität zu Edinburg das Diplom eines Doctors der Rechte. Aber auch zu Warrington blieb er nicht lange; schon 1767 sah er sich veranlaßt, seine Lehrstelle aufzugeben, und trat nun zu Leeds wieder als Prediger auf. Er beschäftigte sich immer noch sowohl mit Naturwissenschaften als auch mit der Theologie; in ersterer Beziehung sind seine Arbeiten im Gebiete der Optik zu erwähnen, welche namentlich hinsichtlich des Historischen schätzbar waren. Bald verließ er auch wieder Leeds; er nahm 1773 das Anerbieten eines reichen Engländers, des Grafen Shelburne (später Marquis von Lansdown) an, als Gesellschafter mit ihm zu ziehen, und begleitete diesen auf seinen Reisen durch Holland, Frankreich (wo er in Paris mit den bedeutendsten Chemikern bekannt wurde) und einen Theil von Deutschland. Eifriger als je betrieb er nach seiner Zurückkunft seine naturwissenschaftlichen Arbeiten, und namentlich fallen in diese Zeit seine Arbeiten über die verschiedenen Gasarten. Auch mit dem Grafen Shelburne blieb Priestley nicht lange in vollkommenem Einverständniß; seine philosophischen Ansichten, deren hartnäckiges Festhalten ihm schon viele Streitigkeiten zugezogen hatte, entfremdeten ihn auch seinem Gönner, und veranlaßten 1780 seine, doch friedliche, Trennung von diesem. Obgleich er noch fortwährend von Shelburne Unterstützungen genoß, wurden doch nun

Priestley. Leben.

Priestley. Leben.

seine Vermögensumstände so dürftig, daß seine Freunde durch den Ertrag einer Subscription für die nöthigen Mittel seines Lebensunterhalts sorgen mußten. Einigermaßen wurde diesem drückenden Verhältniß abgeholfen, als er die Stelle eines Predigers bei der dissentirenden Gemeinde zu Birmingham erhielt; er hatte nun geeignete Mittel, auch seinen naturwissenschaftlichen Arbeiten sich wieder hingeben zu können, aber vorzugsweise verwickelte er sich auch zu Birmingham in theologische und politische Streitigkeiten. Er kam in den Ruf eines Anhängers der französischen Revolution, und der Haß des Volkes steigerte sich in dem Grade gegen ihn, daß 1791 am Jahrestage der Zerstörung der Bastille, welchen einige Freunde von ihm feiern wollten, Volksunruhen ausbrachen, bei welchen sein Haus, die Kirche seiner Gemeinde und die Wohnungen seiner Freunde zerstört oder den Flammen preisgegeben wurden. Priestley war noch glücklich genug, sein Leben durch Flucht zu retten, allein sein Name war in England so verhaßt geworden, daß er von nun an nirgend mehr eine Zufluchtsstätte fand. Sogar die Mitglieder der königlichen Gesellschaft zu London, welcher er doch ebenfalls angehörte, feindeten ihn an, und das Betragen derselben veranlaßte ihn, aus diesem Institut förmlich auszutreten. — So faßte er 1794 den Entschluß, England ganz zu verlassen; und er wanderte 1795 nach Nordamerika aus, wohin ihm ein Theil seiner Familie schon vorangegangen war. Man bot ihm in Philadelphia eine Professur der Chemie an, allein er schlug sie aus und ließ sich an den Quellen des Susquehannah, in Northumberland, nieder. Noch hier beschäftigte er sich mit Chemie, mehr aber noch mit Theologie, und bis zu seinem Todestag unablässig literarischen Arbeiten hingegeben, starb er 1804 in einem Alter von 71 Jahren.

Charakter seiner chemischen Arbeiten im Allgemeinen.

Während eines so bewegten Lebens, dessen weitläufigere Mittheilung der Wichtigkeit von Priestley's Leistungen in der Chemie zukommt, entwickelte dieser doch eine ungemeine wissenschaftliche Thätigkeit, deren kleinere Hälfte nur den Naturwissenschaften und von diesen nur ein kleiner Theil der Scheidekunst zugewandt war. Seine meisten Schriften behandeln theologische, metaphysische oder politische Gegenstände; diejenigen, welche auf Naturwissenschaften, aber zunächst nicht auf Chemie, Bezug haben, sind bereits in dem Vorstehenden angedeutet worden; hier habe ich über das zu berichten, was er in Beziehung auf unsere Wissenschaft Wichtiges gefördert hat.

Mit der Chemie beschäftigte sich Priestley seit 1768, ohne weitere Vor-

kenntnisse, als daß er kurz zuvor in Liverpool Vorlesungen über Elementarchemie gefolgt war; seine chemischen Einsichten waren nicht groß genug, daß er in irgend einem Zweige der Chemie, der schon bis zu einer gewissen Stufe der Erkenntniß bearbeitet worden war, sich durch neue wichtige Erweiterungen dieser Erkenntniß hätte auszeichnen können; aber indem er sich eines Theils der Chemie bemächtigte, auf dem fast noch gar nichts gearbeitet war, gelang es ihm, ohne tiefe chemische Kenntnisse, durch Geschicklichkeit im Construiren von Apparaten und genaue Beobachtung Entdeckungen ersten Ranges zu machen. — Seine Verdienste um die Chemie beruhen auf der Entdeckung der meisten wichtigen Gasarten; er hat diese Lehre mehr bereichert als irgend ein anderer Naturforscher, und wenn er auch mehr die Größe des Feldes, welches zu bearbeiten war, zeigte, als daß er selbst es in die Tiefe durchsucht habe, wenn auch seine Forschungen sich meist auf die Constatirung der Existenz, auf die oft unvollkommene Beschreibung der physikalischen Eigenschaften verschiedener Luftarten beschränken, und in keiner Weise hinsichtlich der Zusammensetzung und sonstigen chemischen Eigenschaften großes Licht verbreitet haben, so boten sie doch für neue chemische Forschungen so bestimmte und zahlreiche Anhaltspunkte, daß der jetzige Umfang der Lehre von den Gasen als durch Priestley's Arbeiten zuerst zugänglich gemacht anerkannt werden muß.

Priestley.

Arbeiten über Gase.

Priestley übertraf an Vielfachheit der Gegenstände, auf die er seine Untersuchungen ausdehnte, weit den Vorgänger und den Zeitgenossen, die er in der Begründung der pneumatischen Chemie hatte, Black und Cavendish; zu der sorgfältigen Untersuchung, welche diese beiden auszeichnete, erhob er sich nicht, aber hinzufügen müssen wir, daß er dem letztern viele Facta lieferte, welche diesem erst seine genaueren Forschungen möglich machten (so die Entdeckung des Sauerstoffgases). Priestley hat überdies für die Methode, gasartige Substanzen zu sammeln und zu untersuchen, viel gethan, und mehr, als irgend einer vor ihm; der pneumatische Apparat in seiner jetzigen Gestalt ist großentheils noch der, wie er von Priestley angegeben und gebraucht wurde; er zuerst versuchte, Quecksilber statt Wasser zur Sperrflüssigkeit anzuwenden und bahnte so den Weg zu der Untersuchung aller Gasarten, welche durch Wasser absorbir- oder zersetzbar sind.

Die ersten chemischen Publicationen Priestley's datiren aus dem Jahre 1772, und haben zum Gegenstande die Sättigung des Wassers mit Kohlensäure, um künstliche Säuerlinge hervorzubringen. Von dieser Anwen-

Priestley. Arbeiten über Gase.

dung eines schon bekannten Gases wendete sich Priestley zu der Darstellung noch nicht gekannter; die Untersuchung des Stickoxyds beschäftigte ihn zunächst, dessen Eigenschaften er zuerst genauer bestimmte. Namentlich erkannte er sein Verhalten, mit atmosphärischer Luft zusammengebracht sich zu verdichten, und wurde hierdurch später darauf geleitet, die Analyse der Luft auf dieses Princip zu gründen.

Entdeckung des Sauerstoffs.

Die bedeutendste Entdeckung Priestley's war die des Sauerstoffgases, welches er zuerst, 1774, aus dem rothen Quecksilberoxyd durch Erhitzen erhielt; es bildete diese Entdeckung gewissermaßen den Grund, auf welchen hin bald ein neues Gebäude der chemischen Theorie errichtet wurde. Er erkannte in dem so erhaltenen Gase eine Luftart, welche das Verbrennen und das Athmen lebhafter und länger zu unterhalten vermag, als ein gleiches Volum gewöhnlicher Luft, und zeigte später, daß dieser Theil der atmosphärischen Luft bei dem Athmen in den Lungen auf das Blut wirkt, und ihm die röthere Färbung mittheilt. Den Antheil, welchen das Sauerstoffgas an der Verbrennung nimmt, erkannte Priestley nicht richtig; er kam nicht zu dem Schluß, daß Verbrennung die Vereinigung eines verbrennlichen Körpers mit Sauerstoff, und Verkalkung die analoge Vereinigung eines Metalls mit diesem Gase ist — er zog aus seiner Entdeckung nicht selbst die theoretischen Folgerungen, welche sie nothwendig hervorrufen mußte, aber das Verdienst der empirischen Erkenntniß der Thatsachen ist für ihn um so ausdrücklicher hervorzuheben, als später derjenige Chemiker, welcher zuerst das Verhalten des Sauerstoffs hinsichtlich der Verbrennung und Verkalkung erkannte, auch, mit Unrecht, die empirische Entdeckung dieses Körpers gewissermaßen für sich in Anspruch nahm, ob er gleich bestimmte Mittheilung darüber von Priestley selbst erhalten hatte.

Priestley entdeckte zugleich noch an dem Sauerstoffgase die Eigenschaft, daß, wenn man es mit atmosphärischer Luft mischt, die Volumverminderung durch Salpetergas bedeutender ist, als wenn man mit unvermischter atmosphärischer Luft operirt; daß die Volumverminderung bei reinem Sauerstoffgas am stärksten ist. Diese Entdeckung ließ ihn das Salpetergas als ein Prüfungsmittel des Gehalts der Luft an Sauerstoff gebrauchen, und seine Methode wurde bald von den meisten Chemikern nachgeahmt. Erwähnt wurde bereits, daß erst Cavendish sich dieses Prüfungsmittels mit hinlänglicher Sorgfalt und Geschicklichkeit zu bedienen wußte, um die Luft als überall und jederzeit gleich zusammengesetzt zu erkennen.

Eine weitere Entdeckung Priestley's hinsichtlich des Sauerstoffgases, welche zu wichtigen Schlüssen leitete, war die, daß dieses Gas durch die Vegetation aus den Gewächsen ausgeschieden wird, und er bereits gründete auf seine Beobachtungen die sinnreichen Folgerungen, daß die durch den Athmungs- und Verbrennungsproceß verschlechterte (an Sauerstoff ärmer gemachte) Luft durch den Vegetationsproceß wieder verbessert wird, daß beide Arten von Processen in einer nothwendigen Wechselwirkung stehen, um die Zusammensetzung der Luft stets gleich zu erhalten. Priestley.

Von anderen chemischen Entdeckungen Priestley's erwähnen wir hier noch die des Stickstoffoxyduls (1776) und des Kohlenoxyds (1799); diese letztere Entdeckung bildete den Schluß seiner Arbeiten, womit er die Chemie bereicherte; er machte sie während seines Aufenthalts in Amerika. — Eine Reihe anderer Gase, welche er zuerst kennen lehrte, sind hier noch zusammenzustellen; es sind die vom Wasser absorbirbaren, zu deren Untersuchung die Anwendung des Quecksilbers im pneumatischen Apparat nothwendig ist; mit Hülfe dieses fand Priestley das schwefligsaure (1775), das salzsaure (1774), das Ammoniak- (1774) und das Fluorkieselgas (1775). Entdeckung anderer Gase.

Ich habe schon bemerkt, daß sich Priestley's Untersuchungen selten nur auf die chemische Constitution der von ihm entdeckten Körper genauer einließen, daß manche seiner Beobachtungen erst unter den Händen Anderer in ihrer vollen Bedeutung erschienen, so daß diese den größten Theil des Verdienstes hinsichtlich der Entdeckung in Anspruch nahmen. In der That hat Priestley für viele wichtige Thatsachen die Vorarbeiten so gefördert, daß es nur bei seinen geringen Kenntnissen in der Chemie im Allgemeinen und namentlich in der analytischen Chemie begreiflich ist, wie er die richtigen Schlußfolgerungen verfehlen konnte. So entdeckte er, daß sich in gewöhnlicher Luft vermittelst fortgesetzten Durchschlagenlassens von elektrischen Funken eine Säure bildet, ohne diese Säure als Salpetersäure zu erkennen; so fand er, daß mittelst desselben Verfahrens das Ammoniakgas unter Volumvermehrung zerlegt wird, ohne nachzuweisen, daß die Zersetzungsproducte Stickstoff und Wasserstoff und diese also Bestandtheile des Ammoniaks sind. Beide Entdeckungen werden daher anderen Chemikern zugeschrieben, und nicht mit Unrecht; denn nicht bloß die rohe Beobachtung, daß etwas existirt oder vorgeht, sondern die genaue Constatirung, was existirt und was vorgeht, die Constatirung einer Erscheinung zum Zweck einer Erklärnng derselben, bestimmt wesentlich das Verdienst einer Entdeckung. Andere Beobachtungen.

Priestley. Ich werde in den folgenden Theilen Priestley's Namen noch oft bei der Geschichte einzelner Stoffe zu erwähnen haben; hier will ich zunächst noch sein Verhältniß zur Phlogistontheorie auseinandersetzen.

Verhältniß zur Phlogistontheorie. Priestley war einer der letzten und unerschütterlichsten Vertheidiger des phlogistischen Systems, welchem er alle seine Entdeckungen anzupassen suchte. Von ihm geht die Annahme aus, eine Luftart unterhalte die Verbrennung um so lebhafter und um so länger, je mehr Phlogiston sie aus dem verbrennlichen Körper aufnehmen kann, d. h. je weniger Phlogiston sie bereits enthielt. Demgemäß nannte er das Sauerstoffgas als von Phlogiston ganz reine Luft die dephlogistisirte, den Stickstoff als mit Phlogiston ganz gesättigte Luft die phlogistisirte; atmosphärische Luft, die Mischung aus beiden, ist mit Phlogiston theilweise gesättigte Luft; und die Eudiometrie hat zum Zweck, nachzuweisen, wie viel Phlogiston in der Luft enthalten ist; es ist diese um so gesünder, zum Athmen um so geschickter, je weniger Phlogiston sie enthält; durch Verbrennen und Athmen wird die Luft phlogistisirt, durch die Vegetation wieder dephlogistisirt. — Die Gegenwart von Luft ist zum Verbrennen nöthig, weil das Phlogiston, wenn es aus dem verbrennlichen Körper austreten soll, einen andern vorfinden muß, mit dem es sich wieder vereinigen kann; die Luft unterhält das Feuer vermöge ihrer Affinität zum Phlogiston. — Daß Phlogiston mit Wasser identisch sei, erkannte auch Priestley an, und nach ihm enthalten alle brennbare Stoffe Wasserstoff; es wird dieser aus dem Metalle abgeschieden durch Säuren, die sich mit den überbleibenden Metallkalken vereinigen; ein weiterer Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht ist nach Priestley die (ihm gleichfalls eigenthümliche) Beobachtung, daß Wasserstoffgas in Berührung mit erhitzten Metallkalken diese reducirt, d. h. sich wieder mit ihnen verbindet. — Die Thatsachen, daß Wasserstoffgas in dephlogistisirter Luft verbrannt, nicht phlogistisirte Luft, sondern Wasser giebt; daß die Verbrennung anderer Körper nicht die Erzeugung von phlogistisirter Luft, sondern von Kohlensäure zur Folge hat, daß bei der Verbrennung des Wasserstoffs in atmosphärischer Luft, wo der letztern seiner Ansicht nach Phlogiston noch zugefügt werden soll, sich das Volum der Luft vermindert, und der Rest doch leichter ist als atmosphärische Luft — sie scheinen ihm als unwesentlich gegolten zu haben, da sie ihm nicht wohl unbekannt bleiben konnten. Die Schwäche Priestley's in der Aufstellung theoretischer Ansichten beruhte hauptsächlich auf seiner mangelhaften Kenntniß aller

chemischen Hülfsmittel, mit Ausnahme der für die Darstellung von Gasen nothwendigen; es zeigt sich dies auch noch in der Verwechselung ganz verschiedener Gasarten, was ihm häufig begegnete; so z. B. bei seiner Beweisführung, daß die Metalle Wasserstoffgas enthalten, wo er Hammerschlag (nicht ganz von Phlogiston befreites Eisen) mit kohlensaurem Kalk glühte, und das sich entwickelnde Kohlenoxyd, bloß auf den Grund seiner Entzündbarkeit hin, als Phlogiston oder doch großentheils aus Phlogiston bestehend ansah. Priestley ließ sich indeß nie von der Unrichtigkeit seiner Ansichten überführen; noch 1796 und 1800, als über die Zulässigkeit der phlogistischen Theorie längst abgeurtheilt war, suchte er sie zu vertheidigen und blieb bis zu seinem Ende ein überzeugter Anhänger derselben. Priestley. Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Es bleibt noch übrig, über Priestley's literarische Leistungen, so weit sie der Chemie angehören, eine kurze Uebersicht zu geben. Sie zeichnen sich aus durch eine große Reichhaltigkeit an Beobachtungen, aber man vermißt in ihnen den Zusammenhang, den Uebergang von einem Versuche zum andern, den nur das Streben nach Erklärung jeder Thatsache, das Aufsuchen einer allgemeineren Erklärung für die Beobachtungen, geben kann. — In den Philosophical Transactions für 1766 bis 1791 finden sich viele Abhandlungen von ihm; über die Gase gab er noch selbstständige Sammlungen seiner Forschungen heraus. Den Anfang derselben bilden seine Directions for impregnating water with fixed air etc. (1772); dann erschienen Observations on different Kinds of Air (1772); Experiments and Observations on different Kinds of Air (1774), denen er noch Fortsetzungen (bis 1777) folgen ließ. Seine späteren Beobachtungen publicirte er als Experiments and observations relating to various branches of Natural Philosophy (1779—1786), und besser ordnete er seine Beobachtungen selbst noch in Experiments and Observations on different Kinds of Air and other Branches of Natural Philosophy (1790) in drei Bänden. Das Interesse, welches diese Schriften damals erregten, zeigt sich durch die Menge von Uebersetzungen und Auszügen in deutscher, französischer, italienischer und anderen Sprachen. — Als der Chemie auch nicht ganz fremd mögen noch seine Disquisitions relating to matter and spirit (1782) erwähnt werden. — In Amerika publicirte er noch mehrere Aufsätze in den Philosophical Transactions of the American philosophical Society, welche von einer zu Philadelphia (seit 1769) bestehenden Gesellschaft Schriften.

Priestley. Schriften.

herausgegeben wurden, und in medicinischen Zeitschriften, wie in dem New-York medical repository u. a. — Briefe von ihm aus dieser Zeit wurden auch in England in Nicholson's Journal u. a. publicirt. Zur Vertheidigung der Phlogistontheorie schrieb er noch in Amerika mehrere Streitschriften; so 1796 Considerations on the doctrine of phlogiston and the composition of water, welche von dem französischen Gesandten in Nordamerika, Adet, in's Französische übersetzt und beantwortet wurden, und noch 1800: the doctrine of phlogiston established and that of the composition of water refuted.

Aber diese Streitschriften kamen zu spät; sie hielten die phlogistische Theorie nicht länger. Die Leistungen der im Vorhergehenden betrachteten Chemiker, ob sich diese gleich im Allgemeinen noch zu dieser Theorie bekannten, hatten Thatsachen festgestellt, die mit derselben unvereinbar waren, und auf diese und eigene wichtige Versuche gestützt hatte bereits Lavoisier die phlogistische Theorie widerlegt. Ehe wir indeß zu der Betrachtung übergehen können, wie sich eine solche Umwandlung des chemischen Systems geltend machte, müssen wir noch zweier Männer ausführlicher gedenken, welche, gleichfalls sich noch zu den Anhängern der phlogistischen Theorie bekennend, auch noch in diesem Zeitalter ihre Stelle finden müssen. Es sind dies zwei schwedische Chemiker, Bergman und Scheele.

Ausbildung der Phlogistontheorie in Schweden.

Bei der Förderung der naturwissenschaftlichen Forschungen durch Stiftung gelehrter Gesellschaften waren die nordischen Länder nicht zurückgeblieben, wenn auch die Thätigkeit ihrer Gelehrten in Bezug auf die allgemeine Geschichte der Chemie erst spät Einfluß gewinnt. So war in Petersburg schon 1724 durch Peter I. der Grund zu einer Akademie der Wissenschaften gelegt worden, welche seine Nachfolgerin Katharina I. 1725 vollends zu Stande brachte und Peter II. bestätigte; sie gab von 1728 ihre Schriften heraus, die zwar schon damals viele chemische Abhandlungen, alle aber nur von untergeordnetem Interesse, enthalten. Es gilt dasselbe von der Akademie zu Kopenhagen, welche, 1742 gestiftet, von 1745 an ihre Denkschriften veröffentlichte. Wichtiger waren schon damals die Bemühungen der schwedischen Chemiker, und die Zeugnisse ihrer Verdienste knüpfen sich an die Thätigkeit der Akademien zu Upsala und Stockholm. Die königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala wurde 1728 errichtet, und gab ihre Acta von 1740 an heraus. Die Stockholmer Akademie bildete sich 1739

Petersburger Akademie.

Akademie zu Kopenhagen.

Akademie zu Upsala und Stockholm.

durch das Zusammentreten mehrerer Gelehrten, worunter auch Linné, und erhielt die königliche Bestätigung 1741; ihre Schriften erschienen von 1739 an. Diese Sammlungen chemischer Abhandlungen aus Schweden enthalten von 1770 an Arbeiten, die für das Fortschreiten der gesammten Chemie den größten Erfolg hatten; und wie in der neuesten Zeit von Schweden aus die wichtigsten und folgereichsten Arbeiten in der Chemie ausgingen, so schon damals durch die Bemühungen eines Bergman und Scheele.

Torbern Bergman war 1735 zu Katharinaberg, einem kleinen Orte in Westgothland geboren; sein Vater war dort Einnehmer der königlichen Gefälle. Bergman besuchte bis in sein siebzehntes Jahr das Gymnasium zu Skara, und begann 1752 seine Universitätsstudien zu Upsala. Seiner Neigung zu der Mathematik und den Naturwissenschaften stand der Wille seiner Familie entgegen, die ihn mit Theologie oder Jurisprudenz beschäftigt wissen wollte; heimlich studirte Bergman seine Lieblingsfächer, bis ihn zu angestrengtes Arbeiten die Universität zu verlassen zwang. Als er wieder hergestellt war, durfte er seinem Lieblingsstudium sich ganz hingeben; die Mathematik beschäftigte ihn vorzüglich; von den Naturwissenschaften machte er sich nicht allein mit Chemie vertraut, in welcher Wissenschaft er später so berühmt wurde, sondern auch Physik, Botanik, Entomologie und andere Fächer wurden ihm zu eifrig bearbeiteten Gegenständen, und Linné's Nähe ließ ihn namentlich sich viel mit Naturgeschichte beschäftigen, für welche Wissenschaft er ebenfalls mehrere Abhandlungen publicirt hat. Doch schien er die Mathematik als seine hauptsächlichste Richtung zu verfolgen; auch behandelt diejenige akademische Schrift, welche er bei Gelegenheit seines Auftretens als Universitätslehrer 1758 vertheidigte, einen rein mathematischen Gegenstand. Er wurde 1761 zum adjungirten Professor der Mathematik zu Upsala ernannt und verblieb in dieser Stellung bis 1767, zu welcher Zeit die Professur der Chemie an dieser Universität erledigt wurde. Bergman, der sich neben seinen mathematischen Studien auch eifrig mit Chemie beschäftigt hatte, bewarb sich darum, und man setzte hinlängliches Vertrauen in seine Fähigkeit, obgleich bis dahin in Bezug auf Chemie noch keine Arbeit von ihm zur Oeffentlichkeit gekommen war. Er erhielt die Stelle, hartnäckiger Opposition ungeachtet, und von nun war Verbreitung und Förderung der Chemie sein eifrigstes Streben, und wichtige Untersuchungen reihten sich ununterbrochen an einander an, die bald seinen Ruhm unter den Che-

Bergman. Leben.

Bergman. Leben.

mikern weit verbreiteten. Im Jahre 1776, als sein Ruf bereits hoch gestiegen war, suchte Friedrich der Große ihn nach Berlin zu ziehen und für die dortige Akademie zu gewinnen; allein Bergman konnte sich nicht dazu entschließen, sein Vaterland zu verlassen; er lehnte das ehrenvolle und vortheilhafte Anerbieten ab, und fand Ersatz in dem Bestreben seines Landes, ihm zu seinen wissenschaftlichen Untersuchungen alle Mittel in die Hände zu geben, in dem ausgezeichneten Erfolge seines Wirkens als Professor zu Upsala, wo er Schüler bildete (Gahn, Gadolin, die Elhuyarts und andere), deren später zu erwähnende Verdienste um die Wissenschaft die mittelbaren Früchte von Bergman's Bemühungen sind. Aber unter den steten und angreifenden Arbeiten wankte seine Gesundheit, schon seit 1769 kränkelte er, und von 1780 an nahm sein Uebelbefinden stets zu. Er starb 1784 in den Bädern zu Medewi am Wettersee, wohin er sich zur Wiederherstellung seiner Kräfte begeben hatte, schon im 49. Jahre.

Allgemeiner Charakter.

In verhältnißmäßig kurzer Zeit führte Bergman eine Reihe der wichtigsten Arbeiten aus, die seinem Namen unvergänglichen Ruhm sichern. Ihn unterstützte hierbei sein richtiges Urtheil, bis zu welchem Grad nur man der Speculation in den Naturwissenschaften Einfluß gestatten darf, wie weit andererseits die Erfahrung allein als Führerin anerkannt werden muß. Die richtigen Ansichten, welche er in seiner einleitenden Abhandlung de indagando vero als die förderſamsten zur Entdeckung der Naturwahrheiten erkannte, befolgte er selbst streng; geübt im Combiniren von Beobachtungen und folgerichtig in seinen Schlüssen ließ er sich doch nie von der Sucht, mehr zu erklären, als wozu ihn seine Erfahrungen berechtigten, hinreißen; fortgesetzte Beobachtung als den zwar mühsamen aber sichern Weg der Naturforschung anerkennend, brach er für das Fortschreiten der Wissenschaft neue Wege, die später zu den wichtigsten Resultaten führten. Vorzüglich folgereich waren seine Bemühungen, die analytische Chemie auf einen höhern Standpunkt zu erheben, und seine Arbeiten legten eigentlich das Fundament für die jetzige Zerlegungskunst der unorganischen Körper.

Verdienste um die analytische Chemie.

Die von Boyle zuerst eingeschlagene Methode der Analyse auf nassem Wege war von seinen Nachfolgern nur sehr wenig ausgebildet worden; die chemische Untersuchung der Mineralien wurde nur durch Anwendung erhöhter Temperatur versucht; für die Mineralwasser allein blieben Reagentien auf nassem Wege in Gebrauch, allein nur wenige waren ihrer Wirkungsart

Bergman. Verdienste um die analytische Chemie.

nach bekannt; die Untersuchungen waren in qualitativer Hinsicht unsicher und selten, quantitative Bestimmungen durch die Analyse auf nassem Wege zu erhalten, war endlich fast noch gar nicht versucht. Bergman zuerst gab eine vollständigere Lehre über die Wahl der Reagentien und über ihre Wirkung; er nahm die Zahl der in Anwendung zu bringenden Prüfungsmittel nicht groß, aber er bestimmte genau die Wirkung eines jeden auf alle häufiger vorkommenden Stoffe, mit sorgfältiger Angabe der Farbe des Niederschlags, ob Auflösung oder sonstige Veränderung desselben unter gewissen Umständen eintritt u. s. w. Er zuerst gab Anweisung für den Gang, den man bei der analytischen Untersuchung auf nassem Wege im Allgemeinen einzuschlagen hat; und seine Arbeiten in dieser Hinsicht tragen schon ganz das Gepräge der neueren, exacteren Wissenschaft. Die quantitative Analyse auf nassem Wege brachte er zuerst zu einiger Vollkommenheit; einen wesentlichen Fortschritt ließ er sie machen, indem er nicht suchte, jeden Bestandtheil isolirt zu erhalten und zu bestimmen, sondern die leichtere und sichere Methode in Anwendung brachte, jeden Bestandtheil in eine Verbindung zu bringen, die ihrer Zusammensetzung nach genau bekannt und zudem leicht vollständig zu isoliren ist. — Doch sind seine quantitativen Angaben wenig genau; sie entfernen sich sogar meist mehr von der Wahrheit, als die einiger seiner Zeitgenossen. Man kann nicht sagen, daß er die genauesten Analysen damals angestellt hat, aber keiner analysirte mehr Körper als er. Bergman hat das Verdienst, über die Zusammensetzung einer großen Menge von Salzen gearbeitet zu haben, worunter viele noch nie in dieser Hinsicht untersucht worden waren; er zog auf diese Art neue Gegenstände in das Bereich der chemischen Forschung und gab zu Arbeiten Anlaß, welche seine Resultate durch bessere und genauere ersetzten. Doch dauerte es lange, bis die Unrichtigkeit der Bergman'schen Angaben über die Zusammensetzung vieler Körper anerkannt wurde; sein Ruf als der eines genauen Scheidekünstlers stand zu fest, als daß man schnell an Mängel in seinem analytischen Verfahren geglaubt hätte; die richtigeren Resultate minder berühmter Zeitgenossen von ihm blieben lange unbeachtet, da ihre Anerkennung die Autorität vor einem großen Namen verhinderte; erst zu der Zeit, wo die analytische Chemie durch die Lehren von den festen Proportionen unterstützt wurde und letztere eine Controle für alle quantitativen Angaben abgab — erst zu dieser Zeit erlosch das Vertrauen auf Bergman's analytische Resultate.

Ich werde auf Bergman's Verdienste um die analytische Chemie

Bergman. Verdienste um die analytische Chemie.

und auf den Werth seiner Resultate in der speciellen Geschichte jenes Zweigs unserer Wissenschaft zurückkommen; hier muß ich indeß noch bemerken, daß seine Bemühungen, die quantitative Zusammensetzung der Salze zu erforschen, veranlaßt waren durch seine Versuche, Mineralwasser zu analysiren. In Betreff dieses Gegenstandes muß auch das Verdienst seiner Arbeiten weniger nach den einzelnen Zahlenangaben als nach der Methode im Allgemeinen gewürdigt werden, und diese ist seitdem nicht wesentlich abgeändert worden, sie hat nur einzelne Verbesserungen und Erweiterungen erhalten. Bergman sucht schon alle Bestandtheile genau auszumitteln; für die Bestimmung der gasförmigen schreibt er vor, das zu untersuchende Mineralwasser in einem Destillationsapparate abzudampfen, der mit einem pneumatischen Quecksilberapparate in Verbindung steht, so daß die entweichenden Gase aufgefangen werden, wo er dann die atmosphärische Luft von der Kohlensäure oder dem Schwefelwasserstoff unterscheiden lehrt. Nach Bestimmung der gasförmigen Bestandtheile erst geht er zu der Ausmittlung der festen über, den trocknen Rückstand sucht er zuerst durch Digestion mit Alkohol, sodann mit einer bestimmten Menge kalten Wassers, endlich durch Digestion mit kochendem Wasser weiter zu zerlegen; was die Genauigkeit der hierdurch erlangten Resultate angeht, so gilt hierfür das bereits oben Bemerkte.

Bergman's Streben, die analytische Methode auf nassem Wege möglichst anwendbar zu machen, ließ sich nicht durch Schwierigkeiten abschrecken, die bei einzelnen, gemeinhin als unlöslich angegebenen, Substanzen entgegenstanden. Seine Arbeiten über die Zusammensetzung der Edelsteine geben hierfür den Beweis; wenn gleich die Resultate hier noch weit weniger mit den jetzt als wahr erkannten zu vergleichen sind, als die seiner Untersuchungen über Mineralwasser u. s. w., so liegt doch in seinen Bestrebungen der Grund zu unserer verbesserten Erkenntniß; seine Methode, unlösliche Stoffe durch Schmelzen mit ätzendem oder kohlensaurem Alkali löslich zu machen, bildete einen der wichtigsten Fortschritte der Kunst, zu analysiren.

Seine Bestrebungen für die Verbesserung der analytischen Methoden ließen ihn indeß nicht einseitig bloß das Verfahren auf nassem Wege befolgen; auch um die Analyse auf trocknem Wege hat er die größten Verdienste. Er suchte den Gebrauch des Löthrohrs in allgemeinere Aufnahme zu bringen, und zeigte, wie dasselbe zur Bestimmung von Mineralien mit dem größten Vortheil angewandt werden kann. Auch was diese Art analy-

tischer Untersuchungen angeht, beruht unsere Kenntniß noch hauptsächlich auf den von Bergman ihr gegebenen Grundlagen; auf den Unterschied der innern und der äußern Löthrohrflamme machte er zuerst aufmerksam, und bildete die Anwendung der vorher schon hauptsächlich angewendeten Reagentien für Löthrohrversuche, Borax, Phosphorsalz und Soda, weiter aus. Bergman.

Mit solchen Hülfsmitteln in der Analyse ausgestattet, mußte Bergman nothwendig bei seinen Untersuchungen über die Zusammensetzung wichtige Entdeckungen machen, und in der That sehen wir aus seinen Händen auch analytische Arbeiten hervorgehen, deren Resultate noch zu unserer Zeit beachtungswerth sind. Dahin gehören seine Versuche über den Unterschied zwischen Schmiedeeisen, Stahl und Gußeisen, eine Arbeit, die ganz im Geiste der neuern analytischen Chemie ausgeführt ist. Er prüfte diese verschiedenen Arten durch Auflösen in verdünnter Schwefelsäure und Messen des entwickelten Wasserstoffgases; er fand, daß Schmiedeeisen so das meiste, Stahl weniger, Gußeisen am wenigsten Wasserstoffgas abgiebt; daß hingegen Schmiedeeisen am wenigsten, Stahl mehr und Gußeisen am meisten unlöslichen Rückstand läßt; er beurtheilte richtig ihre Verschiedenheit, indem er sie als Verbindungen in verschiedenen Verhältnissen aus Eisen mit Graphit, mit welchem auch noch oft Mangan und Kieselerde verbunden sei, ansah. Bergman's Ausdrucksweise war zwar in etwas verschieden, sofern er noch das Eisen als einen zusammengesetzten Bestandtheil ansah, aber die Resultate seiner Versuche reichten hin, die richtige Aufklärung zu geben, sobald sie in eine andere theoretische Sprache übersetzt wurden. — Ebenso erkannte er den Brechweinstein richtig als ein Doppelsalz von Weinsteinsäure, Kali und Antimon; das Knallgold als eine Verbindung von Goldkalk mit Ammoniak; das Bleiweiß, das bis dahin seiner Bereitungsweise nach für ein, dem Grünspan ähnliches, essigsaures Salz gehalten worden war, als kohlensaures Blei. — In anderen Fällen täuschte er sich indeß auch, oder seine noch unsicheren Methoden leiteten ihn zur Aufstellung unrichtiger Angaben. So hatte er die verschiedensten Eisensorten von allen Hochöfen Schwedens gesammelt, um durch die chemische Untersuchung die Ursachen ihrer verschiedenen Güte und Eigenschaften zu finden; er erkannte das Vorkommen von Mangan in mehreren Eisensorten, allein es war ihm nicht möglich, diesen Bestandtheil einigermaßen rein abzuscheiden, so daß er in einigen Arten von Schmiedeeisen über ein Drittheil des Ganzen an Mangan zu finden glaubte. So hielt er auch anfangs den weißen pulverförmigen Rückstand, Entdeckungen über die Zusammensetzung einzelner Körper.

Bergman. Entdeckungen über die Zusammensetzung einzelner Körper.

welchen kaltbrüchiges Eisen beim Auflösen in verdünnter Schwefelsäure zeigt, und dessen Beimischung er richtig als die Ursache jener Eigenschaft wahrnahm, für ein eigenes Metall, und erst später wurde entdeckt, daß es eine Verbindung von Eisen mit Phosphor sei. Ebenso erkannte er den Einfluß nicht recht, warum der Zusatz von Kali zu roher Alaunlauge behufs der Auskrystallisirung des Alauns nothwendig ist, da er die Wirkung allein der vollkommenen Neutralisirung der Schwefelsäure, nicht der Bildung eines Doppelsalzes, zuschrieb. In dem Seewasser, über dessen verschiedene Zusammensetzung, je nachdem es in verschiedener Tiefe geschöpft ist, er zuerst eine Untersuchung anstellte, fand er Kochsalz, salzsaure Bittererde und schwefelsauren Kalk, ohne des Gehalts an schwefelsaurer Magnesia zu erwähnen; und so lassen sich noch in vielen seiner Arbeiten Unrichtigkeiten nachweisen, die indeß nur zeigen, wie mangelhaft die analytischen Kenntnisse zu Bergman's Zeit überhaupt waren, aber keineswegs sein Verdienst um Förderung derselben aufheben.

Arbeiten über die Kohlensäure.

Bergman's Thätigkeit beschränkte sich nicht bloß auf analytische Untersuchungen; auch andere Zweige der Chemie wußte er mit vielem Geschick und großem Erfolg zu bearbeiten. So nahm er eifrigen Antheil an den Forschungen über die chemischen Eigenschaften der Gase, und namentlich seine Arbeit über die Kohlensäure, welche er als Luftsäure bezeichnete, verdient durch die Genauigkeit der darin enthaltenen Angaben hier angeführt zu werden. Bergman erkannte in dieser Luftart, die er durch Auflösen von Kalkspath in verdünnter Schwefelsäure darstellte, eine wahre Säure, fähig Lackmus zu röthen und sich mit Alkalien zu verbinden; er erkannte ihr Vorkommen in der Atmosphäre und leitete davon den Namen ab; ihr specifisches Gewicht bestimmte er ziemlich genau. Muß er gleich den Ruhm einiger Entdeckungen, die er in seinen Arbeiten mit anführt ohne der früheren Untersuchungen zu erwähnen und die wir bereits als von Black und Cavendish ausgemittelt kennen gelernt haben, an diese abtreten, da sie ihm der Zeit der Auffindung nach zuvorgekommen waren und ihm sogar ihre Resultate nicht wohl unbekannt sein konnten, so trug doch seine Untersuchung in hohem Grade zur Kenntniß der Kohlensäure und die von ihm eingeschlagene Methode zur Kenntniß der Gase überhaupt viel bei.

Arbeiten über die Verwandtschaft.

Eine der wichtigsten Arbeiten Bergman's, und welche ihm zu der damaligen Zeit am meisten Ruhm zuzog, war die über die Verwandtschaft.

Bergman. Arbeiten über die Verwandtschaft.

Ich werde bei der speciellen Geschichte dieser Lehre weitläufiger auf seine Ansichten zurückkommen, hier muß ich nur dessen erwähnen, was zur Charakterisirung seiner Leistungen im Allgemeinen dienen kann. Bergman nahm an, alle Körper haben ein Bestreben, sich mit einander zu vereinigen; er nannte dies nicht Verwandtschaft, sondern, weil es eine Wirkung der Schwere der kleinsten Theilchen sei, Anziehung. Diese Anziehung ist zwischen den verschiedenen Körpern verschieden groß, und Verbindungen zersetzen sich deßhalb, wenn ein neuer Körper hinzukommt, und neue bilden sich, was er dann als Folge einer Wahlanziehung bezeichnete. Als das beste Mittel, die verschiedenen Grade der Anziehung, welche verschiedene Substanzen zu Einer bestimmten haben, auszudrücken, betrachtete Bergman die tabellarische Ordnung, wie sie schon St. F. Geoffroy vor ihm durchzuführen gesucht hatte, dessen erste Tabellen inzwischen viele Chemiker zu verbessern und abzuändern bemüht gewesen waren. Keiner aber wußte sie mit solcher Vollständigkeit, und auf so genaue Versuche gegründet, anzugeben, als Bergman. Ein Hauptmangel der früheren Versuche der Art war, daß jede Tabelle nur für eine bestimmte Temperatur gültig war; so z. B. hatte Geoffroy die Verwandtschaftsreihen für die Säuren und Alkalien bei mittlerer Temperatur bestimmt, da solche Körper gewöhnlich in Auflösungen einander zugesetzt werden; die Verwandtschaftsreihe des Schwefels zu den Metallen hingegen galt für eine hohe Temperatur, da die Zersetzungen, welche sich hier zeigen, nur bei der Schmelzhitze beobachtet wurden. Es war dadurch große Unsicherheit in den Gebrauch solcher Tabellen gekommen, da eine darin angegebene Verwandtschaftsreihe für eine Temperatur richtig sein mochte, und doch für eine andere widersprechende Resultate sich ergeben konnten. Bergman nahm an, die Veränderung der Verwandtschaft sei keine mit der Temperatur sich allmälig ändernde, sondern die Verwandtschaftserscheinungen seien constant, wenn nur immer die Körper durch Auflösungsmittel flüssig gemacht einander zugesetzt würden; sie könnten andere sein, aber dann seien sie auch wieder constant, wenn man die Körper ohne Auflösungsmittel, nur durch Wärme flüssig gemacht, auf einander einwirken lasse. Er mittelte durch zahllose Versuche die Zersetzungserscheinungen für beide Arten von Operationen aus, und stellte, um die verschiedene Größe der Verwandtschaft mehrerer Substanzen zu Einer bestimmten auszudrücken, stets zwei Tabellen auf, von welchen die eine die Affinitätserscheinungen für die Operationen auf nassem Wege,

Bergman. Arbeiten über die Verwandtschaft.

die andere die auf trocknem Wege angeben sollte. Für alle wichtigeren chemischen Substanzen, welche damals bekannt waren, construirte er solche Tabellen, und von der Umfassendheit seiner Arbeit ergiebt sich eine Vorstellung, wenn man bedenkt, daß er für 59 verschiedene Körper die Affinität der anderen zu einem jeden in doppelten Reihen angegeben hat. (Einige derselben werde ich zur bessern Verdeutlichung seiner Ansichten im II. Theile anführen.) Nicht allein die Erscheinungen der einfachen Wahlverwandtschaft suchte Bergman auf diese Art übersichtlich zu ordnen, sondern auch für die der doppelten, wenn sich zwei Verbindungen gegenseitig zersetzen, suchte er für eine Menge von Fällen das Resultat zu ermitteln, und nach seinen Ansichten (daß die größte Summe der Anziehungen unter je zweien der einzelnen Bestandtheile den Erfolg der Zersetzung bedinge) zu erklären. — Die Lehre von der Affinität suchte er noch dadurch weiter zu begründen, daß er einen Zusammenhang zwischen der Stärke der Verwandtschaft zweier Bestandtheile einer Verbindung zu einander und dem Mengenverhältniß, in welchem sie sich verbinden, auszumitteln suchte; die wahre Darlegung seiner Meinungen hierüber würde hier zu weit führen und ich muß sie bis zu der speciellen Geschichte der Affinität verschieben.

Ueber die Richtigkeit der Ansichten von Bergman, hinsichtlich der Verwandtschaft überhaupt, über die Zulässigkeit und allgemeine Anwendbarkeit seiner Tabellen namentlich, war zu seinen Lebzeiten nur Eine Stimme unter den Chemikern. Die von ihm aufgestellten Grundsätze wurden allgemein angenommen und fast ungeändert beibehalten, bis zu Anfang des 18. Jahrhunderts ein berühmter Chemiker dieselben lebhaft bekämpfte und später die Entdeckungen des Gesetzes der bestimmten Proportionen die Richtung der Untersuchungen über die Verwandtschaft ganz veränderte. Im Allgemeinen haben sich später die Meinungen der Chemiker denen Bergman's wieder genähert, und man pflegt wohl die Lehre von der Affinität, wie sie sich jetzt ausgebildet hat, als die durch neuere Entdeckungen bereicherte Bergman's zu bezeichnen.

Anwendungen der chemischen Kenntnisse.

Auch für andere Wissenschaften als nur die reine Chemie hat Bergman Vieles geleistet, was mit unserer Wissenschaft in Zusammenhang steht, und wenn er auch hier seinen Arbeiten oft nicht den Grad der Vollendung gegeben hat, welcher nur durch eine ausschließliche Beschäftigung mit dem Gegenstand erreicht werden kann, so beurkunden seine Versuche doch immer

die Kraft des Genie's, das bei allen seinen Beschäftigungen wichtige Resultate anregte. Für die Geologie war seine Arbeit über die vulkanischen Producte von hohem Werth; er untersuchte die Zusammensetzung der Körper, welche zuverlässig von Vulkanen ausgeworfen worden waren; er verglich damit die Zusammensetzung anderer Gesteine, wie Basalt u. s. w., deren Ursprung zweifelhaft war, und schloß aus der Uebereinstimmung zwischen beiden, die Art ihrer Entstehung müsse dieselbe sein. — Für die Mineralogie suchte er eine Anwendung seiner chemischen Erfahrungen zu machen, indem er auf die chemische Constitution der Mineralien ein Klassificationssystem derselben gründete. Er war auch einer der ersten, welcher in Beziehung auf die Kennzeichen der Mineralien der Krystallgestalt die gebührende Wichtigkeit beilegte, die Entstehung einer stets gleichen Grundgestalt durch Spaltung der verschiedenartigsten Varietäten eines Minerals nachwies, und einen Begriff zu geben suchte, wie durch die Annahme einer Juxtaposition der kleinsten Theilchen, wenn man diesen die Grundgestalt beilegt, die Entstehung ganz verschiedenartiger Krystallformen erklärt werden kann. (Vergl. chemische Mineralogie im II. Theil.)

Bergman. Anwendungen der chemischen Kenntnisse.

Bergman's theoretische Ansichten über die Verbrennung gehören noch ganz dem Geiste dieses Zeitalters an; ob er es gleich war, der mit unter den ersten die quantitativen Verhältnisse in der Chemie erforschte und die Anwendung mathematischer Schlußfolgerungen für diese Wissenschaft vorbereitete, hielt er doch durch die Erfahrung, daß eine gegebene Menge Metall weniger wiegt als der daraus entstehende Metallkalk, keineswegs die Theorie für umgestoßen, daß das Metall eine Zusammensetzung von Metallkalk mit Phlogiston sei. — Das Phlogiston schien auch ihm identisch mit Wasserstoff zu sein; wie er sich überall bemühte, die Zusammensetzung nach Gewicht auszumitteln, so wollte er auch den verschiedenen Gehalt der Metalle an Phlogiston durch Versuche bestimmen und seine Methode, obgleich ungenaue Resultate gebend, zeichnet sich durch Scharfsinnigkeit der Erfindung aus. Bergman wußte, daß sich die Metalle nur im verkalkten Zustande mit Säuren verbinden; er kannte die Phänomene der Metallfällung und erklärte sie dahin, daß das fällende Metall sein Phlogiston abgiebt an den Metallkalk, der in einer Säure aufgelös't ist, daß die Menge des fällenden Metalls, welche sich auflös't, gerade so viel Phlogiston abgiebt, als die Menge des gefällt werdenden zur Existenz im regulinischen Zustande

Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Bergman. Verhältniß zur Phlogistontheorie.

nöthig hat. Er suchte nun zu bestimmen, wie viel von einem Metall eine gewisse Menge eines andern aus seiner Auflösung im regulinischen Zustande ausfällt; er erhielt so diejenigen relativen Mengen zweier Metalle, in welchen seiner Ansicht nach gleich viel Phlogiston enthalten ist, und durch fortgesetztes Vergleichen suchte er die meisten Metalle nach der Größe ihres Gehalts an Phlogiston zu ordnen. Seine Versuche entbehren der Genauigkeit in den unmittelbaren Daten der Beobachtung, wie dies bei seinem Verfahren, wo leichtoxydirbare Metalle pulverförmig und benetzt erhalten und doch als Metalle bestimmt wurden, sein mußte; sonst hätten sie später bei richtigerer Erklärung des Vorgangs zur Bestimmung der Zusammensetzung der Metallkalke dienen können, und wir werden in der That sehen, daß bei dem Umsturze der Phlogistontheorie, wo man nun die Metallkalke als Verbindungen anerkannte, die Verbindungsverhältnisse dieser Klasse von Körpern auf dem von Bergman eingeschlagenen Wege auszumitteln gesucht wurde. — Bergman blieb bis zu seinem Ende ein Anhänger der phlogistischen Theorie, allein man darf hierbei nicht übersehen, daß 1784, wo er starb, die Entscheidung über die Ungültigkeit derselben noch nicht definitiv anerkannt war; wenn es gleich seiner Vorurtheilsfreiheit zum Ruhm gereicht hätte, unter den ersten gewesen zu sein, welche die Fehlerhaftigkeit dieser Theorie zugestanden, so ist doch auch nicht zu bezweifeln, daß er bei längerm Leben dies anerkannt hätte und in die Reihen der Antiphlogistiker übergetreten wäre.

Schriften.

Bergman's literarische Leistungen, soweit sie in die Chemie einschlagen, erschienen ursprünglich entweder in den Denkschriften der Akademie zu Stockholm oder Upsala (für die Jahre 1756 — 1783), oder als akademische Gelegenheitsschriften, wie z. B. seine Dissertatio de analysi aquarum 1778, eine Dissertatio de minerarum docimasia humida 1780, und viele andere; auch historische, wie 1779 eine Dissertatio de primordiis Chemiae; 1782 eine Dissertatio sistens Chemiae progressus a medio saeculi VII. ad medium saeculi XVII. — Seine Schrift de tubo ferruminatorio ejusdemque usu in explorandis corporibus praesertim mineralibus schickte Bergmann 1777 an einen der berühmteren damaligen Metallurgen, den Bergrath von Born nach Wien, und sie wurde hier 1779 gedruckt. Die Arbeit über die Affinität, welche zuerst 1773 in den Upsaler Denkschriften herausgekommen war, erschien 1783 erweitert unter dem Titel De attractionibus electivis in der Sammlung seiner Werke, und

wurde in mehrere Sprachen übersetzt. Bergman selbst war nämlich besorgt gewesen, seine Schriften zu sammeln, und veranstaltete 1775 und 1782 kleinere Zusammenstellungen; am vollständigsten, bedeutend weiter ausgearbeitet und mit Zusätzen vermehrt, erschienen seine Abhandlungen als besonderes Werk unter dem Titel Opuscula physica et chemica, wovon bis zu dem Tode des Verfassers drei Bände (1779 — 1783) herausgekommen waren. Die in dieser Sammlung noch nicht enthaltenen Abhandlungen wurden nach Bergman's Ableben durch Hebenstreit zu Leipzig in drei weiteren Bänden (1787 — 1790) herausgegeben. Uebersetzungen in französischer und deutscher Sprache machten sie auch den Chemikern anderer Länder allgemeiner zugänglich. Diese Sammlung enthält alle chemischen Abhandlungen Bergman's, nur sein Versuch, ein Mineralsystem auf die chemische Zusammensetzung zu gründen, fehlt darin; dieser erschien zuerst in den Denkschriften der Upsaler Akademie, und 1782 selbstständig als Sciagraphia regni mineralis, und wurde ebenfalls durch Uebersetzungen weiter verbreitet. Bergman. Schriften.

In engster Verbindung mit Bergman stand Carl Wilhelm Scheele, der letzte Chemiker, den wir in diesem Zeitalter zu betrachten haben, ein Entdecker, dessen Ruhm unabhängig von jedem Wechsel der Theorie ist, und welchem für immer eine ausgezeichnete Stelle unter den bedeutendsten Koryphäen der Chemie gesichert bleibt. Scheele.

Scheele war der Sohn eines Kaufmanns zu Stralsund, dem er 1742 geboren wurde. In dieser Stadt erhielt er auch seine erste Erziehung, ohne indeß schon früh die großen Talente an den Tag zu legen, die ihn später auszeichneten; für das Studium der Sprachen zeigte er wenig Anlagen, mehr Beruf fühlte er in sich zu der Pharmacie. Er trat 1757 in eine Apotheke zu Gothenburg ein, wo er auch nach Vollbringung seiner Lehrzeit noch einige Jahre blieb; während seines dasigen Aufenthalts legte er den Grund zu seinen Kenntnissen in der Scheidekunst, unablässig in allen Mußestunden sich dem Studium der Werke von Lemery, Kunkel, Stahl und Neumann hingebend, so viel es ihm nur immer seine spärlichen literarischen Hülfsmittel erlaubten; durch fleißiges Experimentiren bildete er sich zugleich in der Kunst aus, die ihn später die wichtigsten Arbeiten in beschränkter Lage ausführen ließ, mit wenigem und ärmlichem Apparat schwierige Versuche anzustellen. Er verließ Gothenburg 1765 und Leben.

Scheele. Leben.

war bis 1773 in einigen Apotheken zu Malmö und Stockholm beschäftigt; in gleicher Stellung, als Gehülfe, kam er 1773 nach Upsala, und hier war es, wo er zuerst Aufmerksamkeit durch seine chemischen Einsichten auf sich zog, und Gelegenheit fand, sein Talent und seine tiefen Kenntnisse geltend zu machen; ein Zufall ließ ihn mit Bergman persönlich bekannt werden. Scheele's Principal hatte bemerkt, daß Salpeter längere Zeit bei nicht zu starker Hitze im Schmelzen erhalten, nach dem Erkalten noch neutral blieb und auf Zusatz von Essigsäure rothe Dämpfe ausstieß; weder er, noch der später berühmte Gahn, welcher damals in Upsala studirte und um Erklärung befragt wurde, wußten über diese Erscheinung genügende Rechenschaft zu geben; ebenso wenig Bergman selbst, welchem Gahn den Vorgang mittheilte. Scheele gab seinem Principal die richtige Erklärung, ihm war bekannt, daß außer der Salpetersäure noch eine andere, ihr verwandte, die jetzt als untersalpetrige Säure bezeichnete, existirt, daß das salpetersaure Kali sich durch Erhitzen zuerst in untersalpetrigsaures verwandelt, dessen Säure zu der Basis eine nur schwache Verwandtschaft hat und unter Bildung rother Dämpfe von Essig ausgetrieben wird. Gahn erfuhr diese Erklärung; er theilte sie an Bergman mit, der in derselben sogleich das Anzeichen ungewöhnlicher chemischer Kenntnisse zu würdigen wußte, und Scheele's Bekanntschaft zu machen wünschte. Dieser jedoch war nichts weniger als geneigt, Bergman's Einladung Folge zu leisten; er hatte bereits zu Stockholm eine Arbeit über die Weinsteinsäure und ihre Verbindungen beendigt und die Resultate an Bergman mitgetheilt, damit dieser sie der Stockholmer Akademie vorlege; die Abhandlung blieb aber unbeachtet liegen, bis Scheele sie nochmals abfaßte und dem Adjuncten der Akademie Retzius übergab, durch dessen Vermittlung sie dann auch 1770 in den Schriften dieser Gesellschaft abgedruckt wurde, aber in einer Fassung, daß Viele das Verdienst der ganzen Arbeit Retzius zuzuschreiben veranlaßt waren. Es war natürlich, daß Scheele ein bittres Gefühl für diesen ersten Versuch seines Auftretens in der Wissenschaft bewahrte; erst nach wiederholten Versicherungen, daß Bergman's anscheinende Geringschätzung lediglich ihren Grund in Vergeßlichkeit gehabt habe, ließ er sich bei Bergman einführen, und nun bildete sich schnell ein freundschaftliches Verhältniß zwischen beiden, das ungestört fortdauerte und welchem Scheele viel verdankte, der durch Bergman in allen Mitteln zur Anstellung seiner Untersuchungen und zur Bekanntmachung seiner Resultate kräftig unterstützt

wurde. — Scheele verweilte in Upsala bis zum Jahre 1775; in dieser Zeit wandte er sich nach Köping (einer kleinen Stadt an dem nördlichen Ufer des Mälarsee's), um dort die Verwaltung einer Apotheke anzutreten, welche er 1777 als Eigenthum übernahm. In Köping lebte er zurückgezogen, nur der Ausübung seines Geschäfts und dem Studium der Chemie hingegeben; seine beschränkten äußerlichen Mittel, welche in einer jährlichen Unterstützung der Stockholmer Akademie nur wenig Vermehrung fanden, wußte er durch Genie und Ausdauer zu steigern, und auf diese Art großartige Entdeckungen zu erzwingen; im Auslande mehr berühmt als in seiner nächsten Umgebung endete er sein thätiges und erfolgreiches Leben schon 1786, als er kaum das 43. Jahr seines Alters zurückgelegt hatte. Scheele. Leben.

Was Scheele unter diesen, man kann fast sagen dürftigen, Umständen, was er nach einer Erziehung, die wenig geeignet war, die Hülfsmittel wissenschaftlicher Ausbildung ihm zu eigen zu machen, was er während seines kurzen Lebens, das bei der Entfaltung seiner besten Kräfte abgeschnitten wurde — für die Chemie leistete, muß uns ihn mit Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse als den Chemiker anerkennen lassen, dem kein anderer vor oder nach ihm, was Zahl und Wichtigkeit empirischer Entdeckungen angeht, gleichkam. Erscheinen uns auch jetzt einige seiner Arbeiten in der Beziehung von minder großer Bedeutung, daß Zeitgenossen ihm in der Entdeckung und mehr noch in der Bekanntmachung der Resultate zuvorkamen, so schmälert dies seine Verdienste, seinen Ruhm als den eines originellen Forschers nicht; eine allgemeinere Uebersicht seiner Leistungen wird uns diese anerkennen lehren. Entdeckungen.

Aus dem Umstande, daß Scheele's erste Abhandlung über die Weinsteinsäure handelte, nehmen wir Anlaß, die Darstellung seiner Forschungen mit seinen Arbeiten über organische Säuren zu beginnen. In dieser Art von Arbeiten hatte er fast keinen Vorgänger; Unklarheit in dem Gedankengange, der die Anstellung von Versuchen leitete, Unsicherheit, wie die dabei erhaltenen Resultate anzusehen und zu erklären seien, charakterisirt alle die, welche sich vor ihm mit diesem Theil der organischen Chemie beschäftigten. Scheele zuerst erkannte in den vielen sauren Säften, welche das Pflanzenreich darbietet, in den Salzen, die sich in den Vegetabilien vorfinden oder aus ihnen erhalten werden, eine mannichfache Anzahl unter sich ganz verschiedener Säuren; mit Geschicklichkeit wußte er diese zu isoliren, Ueber organische Säuren.

Scheele. Entdeckungen über organische Säuren.

mit Scharfsinn ihre Eigenthümlichkeiten, nachzuweisen. So verdankt man ihm die Entdeckung oder die erste genaue Untersuchung der Weinsteinsäure, der Kleesäure, der Aepfelsäure, der Citronensäure, der Gallussäure; von der Kleesäure kannte er das Vorkommen in Gewächsen und ihre künstliche Bereitung aus Zucker mittelst Salpetersäure. Die Eigenschaften aller dieser Säuren hatte er so gut erforscht, daß er sie sogar bei gemeinsamen Vorkommen noch unterscheiden konnte. Mit gleichem Erfolg studirte er die animalischen Säuren; die Harnsäure entdeckte er und die Milchsäure; als Product der Einwirkung von Salpetersäure auf Milchzucker erkannte er die Schleimsäure als einen eigenthümlichen Körper. — Die Entdeckung jeder einzelnen dieser Säuren wird um so werthvoller durch die Methode, welche Scheele zu ihrer Isolirung anwandte, und die der Lehre von den organischen Säuren einen neuen Aufschwung gab. Vor ihm kannte man kaum einen andern Weg hierzu, als die Sublimation zu versuchen; auf diese Art stellte man Benzoësäure, auf diese Art Bernsteinsäure z. B. dar. Scheele befolgte einen andern Gang, der nach ihm nach lange von den Chemikern eingehalten wurde; er fällte die Auflösung, worin eine solche Säure enthalten war, durch Kreide, wo die entstehende Verbindung der Säure mit dem Kalk meist unlöslich ist; er zersetzte diese Verbindung durch Salzsäure, wenn die isolirte organische Säure in kaltem Wasser schwer löslich ist (wie die Benzoësäure), durch Schwefelsäure, wenn umgekehrt die organische Säure (wie die Aepfelsäure, Weinsteinsäure u. s. w.) sich in Wasser leicht lös't. Für Säuren der letztern Art wandte er auch bereits die Methode an, sie mit Bleioxyd zu unlöslichen Salzen zu verbinden und diese dann mit Schwefelsäure zu zersetzen.

Für die Ausbildung der organischen Chemie arbeitete Scheele noch dadurch vor, daß er zuerst das Glyceril oder Oelsüß darstellen lehrte. Er erkannte es als einen Bestandtheil aller Fette und zeigte seine Abscheidung durch Bleiglätte. Bei dem genauen Studium der Eigenschaften erkannte er auch die Eigenthümlichkeit, welche seiner Meinung nach die Aehnlichkeit des Glycerils mit dem Zucker beweis't, daß nämlich auch ersteres durch Behandlung mit Salpetersäure in Kleesäure umgewandelt wird.

Ueber unorganische Säuren.

Ebenso fruchtbar zeigte sich Scheele auf dem Gebiete der unorganischen Chemie; die Lehre von den Säuren verdankt ihm auch da viele neue Beobachtungen. Er entdeckte die Molybdän- und die Wolframsäure, und legte damit den Grund zu der spätern Entdeckung der zwei neuen darin

enthaltenen Metalle; er zuerst stellte die Arseniksäure isolirt dar, welche bis dahin nur in ihren Salzen bekannt gewesen war, und lehrte sie aus dem weißen Arsenik durch Chlor und durch Königswasser bereiten. Scheele. Entdeckungen.

Am ergiebigsten für die unorganische Chemie war Scheele's Arbeit über den Braunstein. Er entdeckte darin das Mangan als einen eigenen metallischen Stoff; doch gelang es ihm nicht, diesen im regulinischen Zustande darzustellen; durch Behandeln des Braunsteins mit Salzsäure entdeckte er das Chlor, dessen Eigenschaften er gut beschrieb. Bemerkenswerth ist, daß zu einer Zeit, wo fast alle Anhänger der Phlogistontheorie unter Phlogiston Wasserstoff verstanden, Scheele nach seinen Versuchen das Chlor als dephlogistisirte Salzsäure (als Salzsäure, welcher Phlogiston entzogen sei), bezeichnete, eine Ansicht, die zwar keineswegs genug durchgeführt war, um über die Constitution des Chlors und der Salzsäure volles Licht zu geben, die aber viel Interesse hat, weil die Entdeckung des wahren Verhältnisses dieser beiden Substanzen zu einander Scheele's Andeutung volle Bestätigung ertheilte. — Außer dem Mangan und dem Chlor machte Scheele bei Gelegenheit dieser Arbeit noch eine Entdeckung, welche für die ganze Chemie wichtig wurde. Die meisten der von ihm untersuchten Braunsteinarten enthielten Baryt. Scheele erkannte hier wieder eine eigenthümliche Substanz; er isolirte sie und untersuchte die charakteristischen Merkmale derselben. Er fand namentlich in der Barytlösung ein sicheres Reagens auf Schwefelsäure, und von dieser Zeit an wurde die bisherige unsichere Erkennung dieser Säure mittelst Kalkerde durch die neuere schärfere ersetzt. Ueber Braunstein. Ueber Chlor. Ueber Baryt.

Nicht minder lehrreich, wenn auch nicht durch eine solche Fülle neuer Entdeckungen ausgezeichnet, war Scheele's Untersuchung des Flußspaths. Er erkannte dieses Mineral als eine Verbindung von Kalk mit einer eigenthümlichen Säure, welche er als Flußspathsäure bezeichnete. Doch konnte er diese nicht rein darstellen, da er stets die Zersetzung des Flußspaths in gläsernen Destillationsgefäßen vornahm, und so statt reinen Fluorwasserstoffs immer Fluorkieselgas und in dem vorgeschlagenen Wasser Kieselerde erhielt. Scheele hielt wirklich zuerst die Kieselerde für eine Verbindung der Flußspathsäure mit Wasser; der Irrthum wurde von anderen Chemikern, welchen mannichfaltigere Apparate zu Gebote standen, später aufgeklärt, und Scheele stand nicht an, seine Meinung aufzugeben und der berichtigten beizutreten. Ueber den Flußspath.

Einen andern Beweis seiner Geschicklichkeit im Experimentiren und Ueber Berlinerblau.

Scheele. Entdeckungen über Berlinerblau.

seines Scharfsinns gab er in seiner Arbeit über den färbenden Stoff des Berlinerblau's. Es glückte ihm, diesen durch Destillation des Berlinerblau's mit Schwefelsäure zu isoliren; er erkannte zugleich die qualitative Zusammensetzung der so erhaltnen wässerigen Blausäure, als deren Bestandtheile er Ammoniak, Luftsäure und Phlogiston annahm.

Ueber Luft und Feuer.

Viele neue Entdeckungen knüpfen sich an eine größere Arbeit Scheele's, an seine Untersuchungen über Luft und Feuer. Er wies darin nach, daß die atmosphärische Luft aus zwei verschiedenen Bestandtheilen besteht, wovon der eine (von ihm Feuerluft genannt) die Verbrennung und das Athmen unterhält, der andere (welchem er den Namen verdorbene Luft beilegte) nichts zur Unterhaltung dieser Processe beiträgt. Zur Zerlegung der Luft bediente sich Scheele einer Auflösung von Schwefelleber, von der er erkannte, daß sie den Antheil an Feuerluft vollständig absorbirt; er suchte das Verhältniß dieses Gases zu der verdorbenen Luft quantitativ zu bestimmen, ohne jedoch, genauerer Instrumente ermangelnd, ein richtiges Resultat zu erhalten. Die chemischen Eigenschaften bestimmte er mit vieler Genauigkeit, und selbst das specifische Gewicht im Allgemeinen richtig. Er zeigte, daß die Metalle bei ihrer Verkalkung Feuerluft aufnehmen und bei ihrer Reduction wieder davon befreit werden. Die Entdeckung des Sauerstoffgases, welches er aus Quecksilberoxyd, Braunstein und anderen Metalloxyden, auch aus Salpeter, zu gewinnen wußte, machte Scheele ganz selbstständig; kurz vor ihm oder gleichzeitig hatte es Priestley erhalten, der ihm in der Veröffentlichung seiner Entdeckung zuvorkam; allein es ist ausgemacht, und wurde durch Priestley selbst anerkannt, daß des Letztern Erfahrungen Scheele zur Zeit der Arbeiten des Erstern über diesen Gegenstand nicht bekannt sein konnten. — Noch eine Menge anderer Entdeckungen von der größten Wichtigkeit und über die verschiedenartigsten Körper schließt Scheele's Arbeit über Luft und Feuer ein; in seiner Untersuchung des Knallgoldes, dessen Explosion als eine Feuererscheinung hier zu studiren war, entdeckte er die Entwicklung des Stickgases bei der Zersetzung jenes Körpers, und auf eine große Menge von Versuchen gestützt, erklärte er das mit Goldkalk in dem Knallgold vereinigte Ammoniak für eine Verbindung von Stickstoff mit Phlogiston; genauere Untersuchungen über die Verbindungen des Schwefels mit Wasserstoff finden sich ebenfalls in dieser Schrift zuerst durchgeführt, und auch die qualitative Zusammensetzung derselben wurde von ihm richtig

erkannt. Die Grundlage zu der nähern Kenntniß des Pyrophors, daß nämlich nothwendig ein Kalisalz bei der Bereitung desselben vorhanden sein muß, schätzbare Beobachtungen über die Salpetersäure, die salpetrige Säure u. s. w., viele Wahrnehmungen über Verbrennung und Athmen, den chemischen Einfluß der Wärme und des Lichts, welche wir alle besser später bei den betreffenden Stoffen genauer durchgehen, sind in dieser Arbeit noch enthalten. Scheele.

Vorzüglich interessirt uns hier Scheele's Verhältniß zur Phlogistontheorie, seine Ansichten über die Verbrennung, deren Betrachtung wir am passendsten an seine Arbeit über Luft und Feuer, worin er vieles darüber geäußert hat, anknüpfen; doch hat er auch noch nach dem Erscheinen dieses Werks sich in dieser Beziehung weiter ausgesprochen. Scheele bekannte sich noch zu der Phlogistontheorie, allein er täuschte sich selbst, insofern offenbar seine Ansichten über die Verbrennung von denen Stahl's ganz verschieden waren. Er suchte den Begriff des Phlogistons festzuhalten, und die sich darauf stützende Theorie mit den neueren Erfahrungen in Einklang zu bringen; aber seine Erklärungen waren alle — dem Geist der Theorie, wozu er sich bekannte, getreu — nur auf Beachtung der qualitativen Thatsachen gestützt, denn die Ausmittelung der quantitativen Verhältnisse lag überhaupt auch in Scheele's Methode, zu arbeiten, nicht. Scheele hatte erkannt, daß während der Verkalkung der Metalle und während der Verbrennung Sauerstoffgas von dem verbrennenden Körper aufgenommen wird, daß sich hierbei Licht und Wärme entwickelt; er bildete sich hiernach die Vorstellung, Phlogiston, das er in allen verbrennlichen Körpern noch annahm, sei eine äußerst feine, wenig gewichtige Substanz, wie etwa Wasserstoffgas, das Sauerstoffgas hingegen sah er als zusammengesetzt an aus einer gewissen wenig wiegenden salinischen Materie und Wasser, in welcher Verbindung nur sehr wenig Phlogiston enthalten sei. Bei der Verbrennung vereinige sich das Phlogiston des verbrennlichen Körpers mit der salinischen Materie des Sauerstoffs zu Licht und Wärme, es bleibe zurück als Product der Verbrennung eine Verbindung des Bestandtheils, der mit dem entwichenen Phlogiston zusammen den verbrennlichen Körper bildete, mit dem Wasser des Sauerstoffs. — Scheele erklärt das Phlogiston für den Hauptbestandtheil des Lichts und auch der brennbaren Luft; mit vielem Wärmestoff verbunden bilde es das erstere, mit wenigem das Wasserstoffgas. In der Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Scheele. Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Anwendung seiner Theorie indeß versteht er manchmal unter Phlogiston das Wasserstoffgas selbst, so z. B. betrachtet er auch das Schwefelwasserstoffgas als eine Verbindung von Phlogiston mit Schwefel; manchmal auch bezeichnet er damit nur den Gegensatz zum Sauerstoff, wie Stahl unter Phlogistisirung eines Körpers nur Abscheidung des Sauerstoffs aus demselben und umgekehrt verstehend. So ist nach Scheele die salpetrige Säure, welche er in rothen Dämpfen aus der rauchenden Salpetersäure durch Wärme abschied, als phlogistisirte Salpetersäure anzusehen. Die Zusammensetzung des Wassers aus Sauerstoff und Wasserstoff erkannte er nicht an, sondern erklärte die Bildung desselben durch Verbrennen dieser beiden Gasarten als eine Abscheidung des schon in denselben präexistirenden Wassers, und nahm an, die Vereinigung der anderen, mit dem Wasser vorher den Wasserstoff und Sauerstoff bildenden, Bestandtheile zeige sich in dem Resultat der Licht- und Wärmeerzeugung. — Diese Bruchstücke genügen, um Scheele's Ansicht über die Verbrennung anschaulich zu machen; seine Theorie erfreute sich keines dauernderen Beifalls; es war den Gegnern der Phlogistontheorie zu leicht, sie zu entkräften. Scheele hatte die Thatsachen in Beziehung auf Gewicht bei seiner Erklärung ganz vernachlässigt; nach ihm müßte das Product der Verbrennung weniger wiegen, als der verbrennliche Körper oder das Metall mit dem verschwundenen Sauerstoff zusammen, da ja ein Theil der wiegbaren Substanz als Licht und Wärme weggehen soll, allein es wiegt genau gerade so viel, und seine Hypothese war somit unrichtig. Doch trug Scheele dazu bei, richtigeren Ansichten über die Verbrennung Eingang zu vermitteln; er konnte sich nicht von dem Namen Phlogiston lossagen, an den er sich bei der Erwerbung seiner chemischen Kenntnisse gewöhnt hatte, und es ging damals vielen Chemikern gerade so, welche eine richtigere Theorie gleich angenommen hätten, wenn damit nicht zugleich die totale Abschaffung des Begriffs Phlogiston verbunden gewesen wäre. Aber Scheele lehrte die Zahl seiner Anhänger doch, sich dem Einfluß der Stahl'schen Lehre allmählig entwinden; Stahl hatte in der Verbrennung nur einen Trennungsproceß annehmen zu müssen geglaubt, Scheele sah darin eine gleichzeitige Zerlegung und Vereinigung des brennbaren Körpers, und bildete somit den Uebergang zu der herrschenden Theorie des folgenden Zeitalters, wo die Verbrennung nur als eine Verbindung der brennbaren Stoffe mit Sauerstoff erkannt wurde. Und es unterliegt wohl, bei seinem so oft hervortretenden Wahrheitsgefühl und dem so oft ausgesprochenen

Aufgeben eigener Ansichten, wo gegründetere ihm entgegen gehalten wurden, keinem Zweifel, daß Scheele bei länger vergönnter Wirksamkeit zu der antiphlogistischen Theorie übergetreten wäre. Doch läßt sich auch mit eben dieser Wahrscheinlichkeit annehmen, daß er dann an der Entwicklung des damit gegebnen neuen Zeitalters insofern wenig Antheil genommen hätte, als er die von ihm stets durchgeführte und bei ihm mit so viel Erfolg gekrönte qualitative Untersuchungsmethode schwerlich gegen die quantitative, deren Befolgung die Anhänger des folgenden Zeitalters eigentlich charakterisirt, vertauscht oder die letztere nur in eben dem Grade sich zu eigen gemacht hätte.

Scheele. Verhältniß zur Phlogistontheorie.

Wir haben hier Scheele's Entdeckungen und eigenthümliche Ansichten durchgegangen; fügen wir noch, um die Uebersicht seiner Leistungen zu vervollständigen, hinzu, daß er auch für die Irrthümer anderer Chemiker ein aufmerksamer Verbesserer war, und daß viele Arbeiten von ihm die Entdeckungen Anderer, welche diese falsch gedeutet hatten, erst in das wahre Licht setzten. So z. B. zeigte Scheele, nach Bergman's Angabe eines besondern Metalls im kaltbrüchigen Eisen, daß dies nur eine Verbindung von Phosphor mit Eisen sei; auf die Angabe eines französischen Chemikers, daß man aus phosphorsaurem Natron eine eigene Säure, die Perlsäure, erhalten könne, ließ Scheele die Erläuterung folgen, daß dieser Körper saures phosphorsaures Natron sei, und ähnliche Berichtigungen von seiner Seite trugen viel dazu bei, daß die Resultate der Chemiker jener Zeit erst mehr geprüft und besser erwogen wurden, während man bisher es mit dem Veröffentlichen von halb wahrscheinlichen Angaben wenig genau genommen hatte. — Auch viele schon länger hergebrachte irrige Ansichten fanden ihre völlige Erledigung durch Scheele's genauere Arbeiten; so widerlegte er die damals noch oft behauptete Ansicht, daß sich durch wiederholtes Schmelzen mit Kali die Kieselerde in Thonerde verwandeln lasse, und zeigte, daß wenn dieses Statt zu haben scheint, der Gehalt an Thonerde in dem Präparat von der Masse des Tiegels herrührt, in welchem die Schmelzung vorgenommen worden sei; so widerlegte er den Glauben, daß sich Wasser in Erde verwandeln lasse und beim Abdampfen (in Glasgefäßen) in diese übergehe, indem er zeigte, daß hierbei das Glas zersetzt wird und der erdige Rückstand des Wassers nur die Bestandtheile des Glases enthält.

Berichtigung von Irrthümern.

Viele andere Beobachtungen, deren Angabe wir hier verschieben

Schriften.

Scheele. Schriften.

müssen, finden sich noch in Scheele's Schriften. Seine Sorglosigkeit in der Wahrung seiner Eigenthumsrechte auf Entdeckungen hat überdies manche Unsicherheit darauf geworfen, welche Arbeiten von ihm unter Anderer Namen publicirt worden sind. Im Anfange seiner wissenschaftlichen Laufbahn begegnete ihm dies öfters; wie schon erwähnt, wurde dem Herausgeber seiner Abhandlung über die Weinsteinsäure, Retzius, von Vielen das Verdienst dieser Arbeit beigelegt; die Entdeckung der Kleesäure publicirte Bergman, ohne Scheele's, dem das ganze Verdienst gebührte, zu erwähnen; es ist zweifelhaft, wie weit die Entdeckung der Phosphorsäure in den Knochen, welche Gahn bekannt machte, Scheele zukommt. Scheele veröffentlichte seine Arbeiten meist in den Denkschriften der Stockholmer Akademie, wo sie in den Jahrgängen für 1770 bis 1786 enthalten sind; auch in den ersten Bänden von Crell's chemischen Annalen, für 1784 bis 1787, sind mehrere Abhandlungen von ihm aufbewahrt. Selbstständig erschien 1777 seine »chemische Abhandlung von Luft und Feuer« mit einem Vorbericht von Bergman, die auch bald durch Uebersetzungen in England und Frankreich bekannt wurde. Eine vollständige Sammlung seiner einzelnen Abhandlungen wurde durch Hebenstreit zu Leipzig 1788 in lateinischer Sprache veranstaltet, unter dem Titel »Opuscula chemica et physica; auch Uebersetzungen in die englische und französische Sprache erschienen davon; eine andere Sammlung in deutscher Sprache wurde durch Hermbstädt in Berlin 1792 als »Scheele's sämmtliche physische und chemische Werke« besorgt.

Mit Scheele schließt die Reihe der Chemiker, welche wir hier als dem Zeitalter der phlogistischen Theorie angehörig zu betrachten hatten. Welche Modificationen und verschiedene Auslegungen diese Theorie bis hierher erfahren hatte, sahen wir bei den einzelnen Chemikern; untersuchen müssen wir jetzt, wie diese Theorie einer andern Platz macht, wie das Zeitalter der phlogistischen Theorie in ein anderes übergeht.

Rückblick auf den fördernden Einfluß der Phlogistonstheorie.

Um eine deutliche Einsicht in die Entwicklung der Chemie im Allgemeinen zu gewinnen, und um namentlich die Richtung würdigen zu können, welche das folgende Zeitalter charakterisirt, ist es angemessen, hier noch einmal auf die hohe Bedeutsamkeit der phlogistischen Theorie aufmerksam zu machen, auf den Einfluß, den sie im Allgemeinen auf die Chemie ausgeübt hat.

Rückblick auf den fördernden Einfluß der Phlogistontheorie.

Die Wichtigkeit der phlogistischen Theorie besteht einmal unzweifelhaft darin, daß sie zuerst eine zahllose Menge von Erscheinungen umfaßte, und in Phänomenen, die vorher nur als ganz isolirte Erfahrungen bekannt waren, das Analoge nachzuweisen mußte. Die phlogistische Theorie ist die erste, welche rationelle Erklärungen von größerm Umfang in die Chemie einführte, und für den wichtigsten chemischen Proceß, den Verbrennungsproceß, eine damals genügende Theorie gab; welche in einer Menge Erscheinungen, wenn auch dabei keine Entwicklung von Feuer bemerklich ist, doch gleichen Vorgang wie bei dem Verbrennungsproceß erkannte, und ihre häufig vorkommenden Benennungen dephlogistisirt und phlogistisirt richtig für die vielen Thatsachen anwandte, wo wir jetzt Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff, oder Austreten und Eintreten von Wasserstoff nachweisen können; welche durch die Hypothese, daß alle verbrennlichen Körper Ein Princip enthalten, und durch die Anwendung dieser Hypothese auf die Verbrennung jedes einzelnen Körpers und auf die Erscheinung, daß einem nicht verbrennlichen Körper (einem Metallkalk, der Phosphorsäure u. s. w.) durch Zuführung jenes Princips Verbrennlichkeit mitgetheilt werden kann, zuerst die Chemie im Allgemeinen auf den Standpunkt der wissenschaftlichen Naturforschung erhob.

Die Phlogistontheorie betrachtete den Verbrennungsproceß als auf einer Zersetzung beruhend; es ist später erkannt worden, daß er in der Bildung von Verbindungen beruht. Man hat die Ansicht ausgesprochen, die Gründer der Phlogistontheorie hätten von zwei möglichen Betrachtungsweisen gerade die unrichtige gewählt; man hat behauptet, die Phlogistontheorie sei für die Erkenntniß der Wahrheit mehr ein Hinderniß als fördernd gewesen.

Daß dem nicht so sei, ergiebt eine vorurtheilsfreie Betrachtung leicht. Jede Theorie fördert die Wissenschaft, wenn sie, dem Zustande der Kenntnisse ihrer Zeit genügend, den Anlaß zu verbesserter Erkenntniß in sich trägt, welche letztere dann die Theorie, durch welche sie veranlaßt wurde, selbst wieder durch eine bessere ersetzen läßt. Jede Theorie fördert die Wissenschaft, wenn sie etwas richtigeres giebt, als man vorher wußte, und wenn sie ihre Verbesserungen allgemein angenommen zu machen weiß. Jede Theorie, aus der eine allgemeine Vermehrung der Intelligenz hervorgegangen ist, war dem geistigen Zustande ihrer Zeit angemessen; zur Vermehrung der Intelligenz hat oft eine Theorie mehr beigetragen, welche, einiger Mängel ungeachtet, sich doch die Zustimmung aller zu gewinnen, und diesen eine bessere Rich=

Rückblick auf den fördernden Einfluß der Phlogistontheorie.

tung mitzutheilen wußte, als die Aufstellung einer vollkommeneren Theorie, wenn für die Auffassung dieser der Geist der Zeit noch gar nicht vorbereitet war, und die alsdann meistens, ihrem Urheber zum Ruhm gereichend, doch für die Wissenschaft im Allgemeinen sich unfruchtbar bewies.

Hiernach müssen wir auch beurtheilen den Werth der leitenden Theorie der Chemie, der über die Verbrennung. Im Anfang des im Vorhergehenden besprochenen Zeitalters, wo ihre Auffassung zuerst versucht wurde, war der Erfolg ihrer Wirksamkeit in zweifacher Hinsicht bedingt und bemerkbar; sie mußte sich an die damals herrschende Meinung anlegen, um diese zurecht zu leiten; diese Meinung war, daß Verbrennung eine Zerstörung, eine Zerlegung, ist; — sie theilte der Wissenschaft eine bestimmte Richtung mit, und diese Richtung war Erklärung der beobachteten Thatsachen in der Chemie.

Die Erklärung der Thatsachen in der Chemie schließt zunächst zwei Arten von Erscheinungen ein, die qualitativen und die quantitativen; man kann ausschließlich untersuchen, von welcher Art sind die Verbindungs- oder Zersetzungsproducte bei chemischen Processen, und auch zugleich, in welchen Gewichtsverhältnissen stehen die Verbindungs- oder Zersetzungsproducte. Dem Gange der menschlichen Erkenntniß ist es angemessen, und jede sichere Erkenntniß hat in der Art Statt gefunden, daß von solchen zwei Richtungen zuerst die eine, leichter faßliche, vorzugsweise eingeschlagen wird, mit Vernachlässigung der andern; die Untersuchung der erstern führt dann nothwendig zuletzt auf Berücksichtigung der letztern; die Summe von Kenntnissen, welche durch Untersuchung der erstern erlangt ist, bleibt ungeschmälert, wenn auch die letztere mit in Betracht gezogen wird und wenn hierdurch die Art der Untersuchung eine neue Gestalt gewinnt.

Am Ende des 17. Jahrhunderts mußte die Aufstellung einer Theorie, welche die Verbrennung als Verbindung behandeln, welche die qualitativen und die quantitativen Erscheinungen zugleich umfassen wollte, unfruchtbar bleiben; die Aufstellung einer Theorie hingegen, welche sich auf Erklärung der ersteren Erscheinungen beschränkte und dem geistigen Zustande jener Zeit angemessen war, förderte die Chemie so rasch, daß nach verhältnißmäßig kurzer Zeit auch die quantitativen Verhältnisse in das Bereich der Untersuchung gezogen und zum hauptsächlichsten Gegenstande der Forschung gemacht werden konnten. Die phlogistische Theorie, zufrieden mit dem Erfolge ihres Versuchs, die qualitativen Erscheinungen zu erklären, bekümmerte sich im Anfang nicht um die Gewichtsverhältnisse der Stoffe, welche an den chemi-

schen Processen Antheil nehmen; als sie der qualitativen Erklärungsweise genügt hatte und sich der quantitativen zuwandte, ergaben sich Thatsachen, die sie nicht erklären konnte, durch die sie gestürzt wurde.

Rückblick auf den fördernden Einfluß der Phlogiston-theorie.

Nach verhältnißmäßig kurzer Zeit war dies die Frucht der phlogistischen Theorie, und in der Kürze dieser Zeit und in der Fülle chemischer Entdekkungen, welche die Periode, worin diese Theorie die leitende war, auszeichnet, bewährt sich das Verdienst des phlogistischen Systems für das sichere Vorwärtsschreiten der chemischen Forschung. — Tausende von Jahren lieferten erst so viel chemische Erfahrungen, daß ihre Zusammenfassung zu Einem Ganzen, mit dem Zwecke als Alchemie, möglich war; tausend Jahre mußte die Chemie von den Alchemisten bearbeitet werden, um einer Anwendung wie der als medicinische Chemie fähig zu sein; an 150 Jahre mußte die Chemie mit der Medicin verschmolzen bleiben, um den Grad der Ausbildung zu erlangen, daß sich eine solche Verschmelzung der Chemie mit der Medicin als unzulässig erwies, daß die Chemie als selbstständige Wissenschaft auftreten konnte. Die phlogistische Theorie, welche nun auf die Chemie angewandt wird, läßt in kurzer Zeit eine Menge der wichtigsten Thatsachen bekannt werden und giebt über die qualitativen Erscheinungen wissenschaftliche Erklärungen; zu den Thatsachen, welche ihr zur Unterstützung gereichen, kommen bald solche, die mit ihr nicht mehr vereinbar sind, und in weniger als 100 Jahren hat die phlogistische Theorie die Chemie so weit gefördert, daß diese nun einer umfassenderen Untersuchungsweise fähig ist, daß neben den qualitativen auch die quantitativen Vorgänge erforscht und auf diese Forschungen neue Theorien gegründet werden können. — Weit entfernt also, daß die Phlogistontheorie als eine Verirrung zu beklagen wäre, ist sie vielmehr als die nothwendige Basis der richtigern Ansicht unsers Zeitalters anzuerkennen; ebenso wie auch unsere jetzigen Theorien in der Chemie nicht unabänderlich dastehen, sondern nur zu dem Ende aufgestellt und vertheidigt werden, um sich später durch noch richtigere, durch noch umfassendere ersetzen zu lassen, und solche Berichtigungen, vielleicht unbewußt, jetzt schon vorbereiten.

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

Die phlogistische Theorie sahen wir schon oben bei der Betrachtung der letzten Chemiker, welche ihr zuzurechnen sind, Modificationen erleiden, welche auf eine neue Epoche schließen lassen. Die Meinungen dieser letzten, unter sich gleichzeitigen, Chemiker über die leitende Theorie sind weit von der Uebereinstimmung entfernt, welche gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts sich kund

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

that; es giebt dieser Mangel an Uebereinstimmung zu erkennen, daß die phlogistische Theorie unzureichend geworden ist; die hauptsächlichsten Merkmale des Zeitalters der phlogistischen Theorie beginnen schon auf viele dieser letzten Chemiker nicht mehr ganz zu passen.] Auffassung des Verbrennungsprocesses als nur eine Zersetzung, Vernachlässigung der quantitativen Verhältnisse sind der hauptsächlichste Inhalt der Phlogistontheorie, die Bedingung ihrer Existenz. Aber von den besprochenen Chemikern um 1770 — 1780 passen diese Merkmale in aller Strenge nur auf Macquer und Priestley; — Black, Cavendish, Bergman hatten der Untersuchung der Gewichtsmenge eine größere Aufmerksamkeit geschenkt, als eigentlich im Geiste der Phlogistontheorie lag, der Erstere sogar dieser Untersuchung eine entscheidende Stimme über die Zulässigkeit einer Theorie eingeräumt; — Scheele neigte dazu hin, in der Verbrennung nicht allein eine Zersetzung, sondern auch die gleichzeitige Bildung einer Verbindung anzunehmen.

Diese Abweichungen in der Auffassung der Phlogistontheorie, die Anzeichen des nahen Untergangs derselben, sind indeß nicht bloß Folgen von den Bemühungen der Phlogistiker selbst, welche Thatsachen entdeckten, die mit dieser Theorie nicht vereinbar waren, sie sind auch Folgen des Kampfes, der sich bereits von 1774 an gegen die Annahme des Phlogistons erhoben hatte. Wenn man die Zeitalter der Chemie nach einander durchgeht, den Phlogistikern die Entdeckungen wahrt, welche ihnen zukommen, und dann zu den Bemühungen der Antiphlogistiker übergeht, so scheint es, als ob jene diesen kaum noch die für die Aufstellung einer neuen Theorie nöthigen Entdeckungen zu machen übrig gelassen hätten; als ob die Phlogistontheorie allmälig sich aus sich selbst zerstört habe, und es dann den Gegnern derselben nicht schwer gewesen sei, die schon vorhandenen Materialien zu einem neuen Gebäude zusammenzufügen. Man hat in der That behauptet, Cavendish, Priestley und Scheele hätten vollständig und selbstständig fast alle Facta festgestellt, deren später Lavoisier bedurfte, um sein antiphlogistisches System herzurichten; es ist dies ein Irrthum, entstanden daraus, daß manche glauben, ein Zeitalter höre überall gleichzeitig auf, und daß man mit dem Ausdruck, ein Chemiker gehört einem spätern Zeitalter an als ein anderer, den Glauben zu verbinden genöthigt ist, die Entdeckungen des letztern gingen denen des erstern jedenfalls voraus. Wir können Cavendish, Scheele und die mit ihnen thätigen Chemiker keinem andern Zeitalter zutheilen, als dem der phlogistischen Theorie, da sie entweder stets oder doch

während der Zeit ihrer hauptsächlichsten wissenschaftlichen Thätigkeit sich selbst dazu bekennen; aber die Modificationen, welche wir von diesen Gelehrten in den letzten Jahren des phlogistischen Systems angewandt finden, werden vorzugsweise dadurch verursacht, daß bereits zu ihrer Zeit schon ein neues Zeitalter der Chemie angefangen hat, daß eine neue Richtung, die der quantitativen Untersuchungen, von einigen Chemikern schon als die hauptsächlichste verfolgt wird. In Frankreich beginnt schon um 1775 ein neues Zeitalter sich Bahn zu brechen; in diesem Lande hat das Zeitalter der phlogistischen Theorie sein Ende erreicht, während in England, Schweden und Deutschland das phlogistische System immer noch das herrschende ist. Von 1780 bis 1790 etwa haben gleichzeitig noch zwei Zeitalter Statt; die Richtung des neuen bedingt die Modificationen, zu welchen sich die Anhänger des alten Systems verstehen müssen; die Entdeckungen dieser tragen indeß viel dazu bei, den Begründern eines neuen Zeitalters wichtige Hülfsmittel an die Hand zu geben. Dies gleichzeitige Statthaben zweier Zeitalter erschwert in etwas das Verständniß, wie die phlogistische Theorie gestürzt, wie die antiphlogistische begründet wurde, weil wir hier gleichzeitige Chemiker, deren Thätigkeit in einander eingreift, in verschiedenen Perioden abhandeln müssen; dieses Verständniß wird indeß doch klar werden, wenn wir jetzt, wo wir die Entdeckungen und die Aenderungen hinsichtlich der Ansicht über die Verbrennung für das phlogistische Zeitalter vollständig durchgegangen haben, zur Betrachtung der gleichzeitigen Begründung eines entgegengesetzten Systems, was durch jene unterstützt wurde und zu ihnen Anlaß gab, übergehen. Dieser genauen Betrachtung müssen wir aber die vollständigere Charakteristik des Zeitalters, welches durch die Begründung des neuen Systems eingeleitet wird, vorausschicken.

Uebergang zum folgenden Zeitalter.

V. Zeitalter.

Zeitalter der quantitativen Untersuchungen.

Dauer.

Das neue Zeitalter, dessen Begründung den Sturz der phlogistischen Theorie in sich schließt, und welches wir als das der *quantitativen Untersuchungen* bezeichnen, begreift in sich die Zeit von dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts bis zu der Gegenwart; von der Begründung des antiphlogistischen Systems durch *Lavoisier* bis zu den Leistungen der Chemiker in unseren Tagen.

Charakteristik.

Der allgemeine Charakter des neuen Zeitalters ist von dem des vorhergehenden nicht verschieden; Selbstständigkeit der Chemie als einer besondern Naturwissenschaft bezeichnet auch die nun eintretende Periode, Erkennung der Naturwahrheiten in Betreff der Zusammensetzung und Zerlegung der Körper, Erklärung der hierbei sich zeigenden Erscheinungen, ist auch jetzt noch der letzte Zweck bei der Ausübung chemischer Untersuchungen; wenn gleich mit dem größern Erfolg jener Richtung, mit der größern Annäherung an die Erreichung dieses Zwecks die Anwendung der erkannten Naturwahrheiten zunimmt, wenn gleich in diesem Zeitalter die angewandte Chemie sich weiter erstreckt und einen wichtigern Einfluß auf eine größere Zahl der verschiedenartigsten Disciplinen ausübt, als je vorher.

Richtung: Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse.

Von dem vorhergehenden Zeitalter unterscheidet sich hingegen das neue, indem dieses die Erklärung der chemischen Erscheinungen umfassender als jenes versucht, und sich dabei auf mannichfaltigere Beobachtungen stützt. Es sind jetzt nicht mehr die qualitativen Erscheinungen der ausschließliche Gegenstand der Erklärung, sondern auch die quantitativen Verhältnisse werden nun berücksichtigt; was diese anzeigen, wird jetzt als entscheidend für die Gültigkeit einer Theorie betrachtet; ihre Ausmittelung, die Entdeckung der Regelmäßigkeiten, welche hinsichtlich ihrer Statt haben, bilden das hauptsächlichste Ziel der Forschung in dem ganzen Umfange des neuen Zeitalters; passend bezeichnen wir es somit als das der quantitativen Untersuchungen.

Richtung: Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse.

Von dem vorhergehenden Zeitalter unterscheidet sich also das neue im Allgemeinen durch seine Untersuchungsmethode; im Besondern unterscheidet sich der Anfang des neuen von jenem durch eine andere Ansicht über die Verbrennung.

Diese Ansicht ist, daß Verbrennung nicht eine Zerstörung, nicht eine Zerlegung sei, sondern daß sie auf einer Vereinigung der Bestandtheile des verbrennlichen Körpers mit einem andern, dem Sauerstoff, beruhe; daß die Hypothese des Phlogistons unrichtig und zu verwerfen sei. Insofern kann man die Zeit, wo zunächst diese Ansicht geltend gemacht wurde, als Zeitalter der antiphlogistischen Theorie bezeichnen. Die antiphlogistische Theorie leitet unser gegenwärtiges Zeitalter ein; sie war die erste Frucht der quantitativen Untersuchungsmethode, wodurch die überwiegende Wichtigkeit dieser außer allen Zweifel gesetzt wurde. Die antiphlogistische Theorie repräsentirt im Anfange des gegenwärtigen Zeitalters die Richtung, welche dasselbe in seinem weitern Verlauf beibehält, ebenso wie die Richtung des vorhergehenden Zeitalters in der phlogistischen Theorie vorzüglich repräsentirt wird. Aber während wir das vorhergehende Zeitalter sehr wohl nach dieser Theorie benennen konnten, an deren Vorbereitung, Begründung, Ausbildung und Vertheidigung von Anfang bis zu Ende desselben die ausgezeichnetsten Chemiker betheiligt sind, dürfen wir für das gegenwärtige Zeitalter keineswegs den Namen von der Theorie entlehnen, welche in seinem Anfang allerdings die ganze neue Richtung in sich schließt und alle Anhänger der neuen Richtung zur Bekämpfung der vorhergehenden vereinigt. Daß in der ersten Zeit der gegenwärtigen Richtung diese als antiphlogistisches System der vorhergehenden gegenüber steht, berechtigt nicht, jene Richtung auch noch in ihrer weitern Ausbildung als antiphlogistische zu bezeichnen. Denn bald ist die Ansicht über die Verbrennung nicht mehr die eigentlich leitende in der Chemie; andere Gegenstände, die mit der Frage über den Verbrennungsproceß in wenig oder gar keinem Zusammenhange stehen, fesseln die Aufmerksamkeit der Chemiker und bedingen die Eigenthümlichkeit, welche nun die Arbeiten dieser auszeichnet. — Die Benennung: Zeitalter der antiphlogistischen Theorie, läßt sich unmöglich bis auf unsere Zeit ausdehnen; aber es ist ebensowenig eine weitere Eintheilung des Zeitraums von dem Sturz des phlogistischen Systems bis auf die Gegenwart angezeigt, da sich die Richtung der Wissenschaft innerhalb desselben eigentlich nicht, was die Hauptsache angeht, ändert, sondern nur die schon im Anfange dieser Zeit

eingeführte quantitative Untersuchungsweise sich ausbildet und die daraus folgenden Consequenzen angenommen werden. Somit mag für diesen ganzen Zeitraum die, wenn gleich etwas unbestimmte, doch am besten die allgemeine Richtung ausdrückende, Bezeichnung als Zeitalter der quantitativen Untersuchungen beibehalten werden.

Vorbereitung der quantitativen Untersuchungsweise.

Die gleichzeitige Beachtung der quantitativen Verhältnisse neben den qualitativen Erscheinungen haben wir bereits bei einigen der letzten Chemiker des vorhergehenden Zeitalters wahrgenommen, wie bei Black, Cavendish, Bergman, aber entweder ohne alle Anwendung auf die Theorie der Chemie, oder als entscheidend anerkannt nur für weniger wichtige theoretische Fragen. — Daß die quantitative Untersuchungsweise als die wichtigste bei chemischen Untersuchungen, bei der Aufstellung einer Theorie betrachtet werden muß, daß vor den aus ihr zu ziehenden Folgerungen jede andere Betrachtungsweise, sei sie auch noch so sehr durch Autorität geheiligt, zurücktreten muß, — wird von dem Begründer des neuen Zeitalters in verhältnißmäßiger kurzer Zeit zur Anerkennung gebracht; es zeigt die jetzt eintretende Periode in ihrer Einführung nicht mehr die allmälige Entwicklung, welche wir bei den früheren Uebergängen von einem Zeitalter zum andern wahrnehmen konnten. In den früheren Perioden verschmolz sich in einzelnen der bedeutendsten Chemiker — (und nur auf diese kommt es hier an, nicht auf diejenigen, welche sich von dem Geist ihrer Zeit zwar loszusagen, auch wohl Richtigeres zu erkennen vermochten, doch aber ihren Ansichten keinen allgemeinen Einfluß auf die Wissenschaft geltend zu machen wußten) — die Richtung zweier Zeitalter viel inniger, als in der jetzt zu besprechenden Zeit; unter den Chemikern aus dem Zeitalter der Alchemie zogen bereits mehrere die Medicin in Verbindung mit der Chemie; unter den Jatrochemikern hängen mehrere noch der Alchemie an, aber einige aus dem Zeitalter der medicinischen Chemie verfolgen auch schon die wissenschaftliche Chemie ohne den Nebenzweck sofortiger anderweitiger Anwendung; aus dem Zeitalter der phlogistischen Theorie sind gleichfalls einige noch der Alchemie zugethan. Eine solche Vermittelung zweier Zeitalter ist weniger möglich für die Chemiker, welche den Uebergang von der Periode der phlogistischen Theorie zu der jetzt zu besprechenden bilden; mit der Anerkennung der quantitativen Untersuchungsweise als der entscheidenden ist unvereinbar der Glaube an die Richtigkeit des phlogistischen Systems; schroff, wie der Gegensatz zwischen der

ausschließlich qualitativen und der quantitativen Forschungsmethode ist auch der Uebergang des vorigen Zeitalters zu dem kommenden; die Früchte, welche die Phlogistontheorie tragen mußte, als sie die Grenze ihrer möglichen Entwicklung erreicht hatte, die Begründung eines neuen Zeitalters concentriren sich in Einem Manne, der im Anfang seiner Reformation der leitenden Theorie mit allen Chemikern in Widerspruch steht, und dem es doch gelingt, seine Ansichten zu den herrschenden zu erheben.

Lavoisier war es, der zuerst zur Anerkennung brachte, welche Wichtigkeit die quantitative Untersuchungsweise für die Scheidekunst hat; der die Beachtung der Gewichtsverhältnisse zunächst darauf anwandte, an die Stelle der Phlogistontheorie eine richtigere Ansicht über die Verbrennung zu verbreiten. Die schon lange bekannte, aber durch Lavoisier schärfer bestimmte und nach allen ihren Beziehungen hin genauer untersuchte, Thatsache, daß eine bestimmte Menge Metall ein größeres Gewicht an Metallkalk liefert, mußte, sobald man ihr auf den Grund zu gehen suchte und sich nicht mehr mit leeren Andeutungen über verdichtete Feuermaterie u. s. w. begnügen wollte, die Phlogistontheorie stürzen. Begründung der quantitativen Untersuchungsweise.

Einzelne Chemiker, welche schon früher (vergl. die specielle Geschichte der Meinungen über die Verbrennung) die richtige Ursache der Gewichtsvermehrung in einer Luftabsorption erkannt hatten, wußten diese Ansicht nicht überzeugend zu beweisen, nicht zu der allgemein angenommenen zu machen; und eine der Ursachen hier für ist wohl auch darin zu suchen, daß sie selbst sich der Bedeutsamkeit ihrer richtigeren Erklärung nicht bewußt waren, daß sie nicht einsahen, wie eine genügende Erklärung über die Verkalkung dec Metalle sich nicht hierauf allein beschränken, sondern in alle Theile der wissenschaftlichen Chemie tief eingreifen mußte. — Ihre Ansichten blieben unbeachtet; die bedeutenderen Chemiker des vorigen Zeitalters berücksichtigten die Gewichtszunahme bei der Verkalkung fast gar nicht, sie betrachteten sie als eine dem Verbrennungsproceß an sich fremde, ihn zufällig in manchen Fällen begleitende Erscheinung; und als als man es nicht mehr von der Hand weisen konnte, Rechenschaft darüber zu geben, versuchten einige Anhänger der Phlogistontheorie, um diese zu retten und doch für jene Thatsache einen theoretischen Begriff aufzustellen, die widersinnigsten Annahmen. Ohne uns bei diesen aufzuhalten (z. B. bei der Verwechselung der Begriffe von absoluter und specifischer Leichtigkeit; bei der Annahme, daß das Phlogiston ein

Begründung der quantitativen Untersuchungsweise.

Körper sei, welcher, statt wie die anderen nach der Erde hin zu gravitiren, vielmehr ein Bestreben habe, sich von ihr weg zu entfernen, und daß hiernach eine Substanz, wenn sie ihr Phlogiston abgebe, nothwendig schwerer werden müsse u. a.), und ihre Erörterung der speciellen Geschichte der Verbrennungstheorie und des Phlogistons in den folgenden Theilen überlassend, wenden wir uns hier gleich zu der Betrachtung, wie die Aufnahme der quantitativen Untersuchungsweise mit dem Umsturz der Phlogistontheorie auch zugleich eine Veränderung der chemischen Forschung überhaupt mit sich brachte; wie sich diese Untersuchungsweise in einzelnen Richtungen entwikkelte und zu welchen hauptsächlichsten Entdeckungen sie nothwendig dabei führen mußte.

Lavoisier zeigte zuerst in dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts die Ungereimtheit der Annahme, daß möglicherweise ein absolut schwererer Körper (ein Metallkalk) als Bestandtheil in einem absolut leichtern (dem daraus zu erhaltenden Metall) enthalten sein könne. Aber er begnügte sich nicht damit, hierdurch die Unrichtigkeit der ältern Theorie nachzuweisen, sondern er setzte auch eine richtigere an ihre Stelle. Er bewies, daß bei der Verkalkung der Metalle, bei der Verbrennung überhaupt, sich ein gewisser Körper, ein Bestandtheil der Atmosphäre, mit der verbrennlichen Substanz verbindet; daß dieser Körper, der für sich luftförmig dargestellt werden kann, in der Art zu der verbrennlichen Substanz tritt, daß das Product der Verbrennung genau so viel wiegt, als das Gewicht der verbrannten Substanz und des bei der Verbrennung aufgenommenen luftförmigen Körpers zusammen. Somit begründete Lavoisier eine neue Verbrennungstheorie, aber noch folgenreicher war die durch ihn bewirkte Geltendmachung der Wahrheit, daß überall, wo eine Zunahme des Gewichts sich zeigt, eine Verbindung statthaben muß; daß das Gewicht jeder Verbindung so viel beträgt, als das der Bestandtheile zusammen, daß bei allen chemischen Operationen in Bezug auf das Gewicht der Materie keine Schaffung, keine Zerstörung eintreten kann, daß jede Zunahme an Gewicht nur durch Vereinigung, jede Abnahme nur durch Ausscheidung eines wägbaren Stoffs hervorgebracht werden kann.

Folgen der quantitativen Untersuchungsweise.

Betrachten wir nun im raschen Ueberblicke die Folgen, welche mit der Ausbildung dieser Ansichten über das Gewicht der Materie für unsere Wissenschaft eintraten. Der Erfolg, welchen die Berücksichtigung der quantitativen

Verhältnisse für die Erkenntniß der Verbrennung gehabt hatte, leitete dahin, diesen Verhältnissen auch bei der theoretischen Auffassung anderer Erscheinungen viel mehr Wichtigkeit beizulegen, als es bis dahin geschehen war; in alle Theile der Chemie suchte man die Betrachtung der Gewichtsverhältnisse einzuführen; als einen wichtigen Versuch einer solchen Betrachtungsweise nenne ich hier vorerst nur den, die Lehre von der Verwandtschaft neu zu gestalten, gerade indem man die Erfolge der Affinität nicht mehr allein den qualitativen Eigenschaften der Körper zuschrieb, sondern das Gewicht eines jeden als wesentlich die Aeußerungen der Verwandtschaft bedingend ansah. Folgen der quantitativen Untersuchungsweise.

Vorzugsweise folgereich wurde indeß die quantitative Untersuchungsweise für die theoretische Kenntniß über die Zusammensetzung der Verbindungen; und was in dieser Beziehung Wichtiges überhaupt geleistet worden ist, gehört dem jetzt in Rede stehenden Zeitalter an. Die jetzt erlangte Ueberzeugung von der Unveränderlichkeit des Gewichts der Materie führte zuerst dahin, der Ausmittelung der Zusammensetzung nach Gewicht größere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Mit dieser Ueberzeugung beginnt die Zeit der genaueren chemischen Analyse; in dem Umstand, daß das Gewicht der gefundenen Bestandtheile zusammen dem der analysirten Substanz gleich sein muß, gewinnt die analytische Chemie den ersten Anhaltspunkt, ihre Resultate zu controliren; es wird hierdurch zuerst auf Fehler der ältern analytischen Methoden aufmerksam gemacht, neue Methoden werden eingeschlagen, und die verbesserte Kunst zu zerlegen leitet bald zu der Erkenntniß, daß chemische Verbindungen eine constante Zusammensetzung besitzen. Mit diesem Fortschritt wird aber die Ausmittelung der Zusammensetzung nach Gewicht für jede Verbindung noch wichtiger; die Angabe derselben wird jetzt bei jeder genaueren chemischen Beschreibung irgend einer Substanz gefordert, was in dem vorhergehenden Zeitalter nie der Fall war.

Als man die quantitative Zusammensetzung der chemischen Verbindungen bestimmte, suchte man zunächst, wieviel von den Bestandtheilen in einer constanten Menge (gewöhnlich 100 Gewichtstheilen) der verschiedenen Substanzen enthalten ist. Bald aber machte man einen weitern Fortschritt, indem man nicht allein untersuchte, wieviel von den Bestandtheilen in gleichen Gewichten der verschiedenen Verbindungen enthalten sind, sondern auch, wieviel der verschiedenen Bestandtheile sich mit Einer constanten Gewichtsmenge Eines Bestandtheils zu chemischen Verbindungen vereinigt; eine wie

Folgen der quantitativen Untersuchungsweise.

große Menge einer Substanz nöthig ist, um eine gewisse Menge einer andern Substanz in Verbindungen zu ersetzen. — Man kommt so zu dem Begriff des chemischen Aequivalents, und legt die Grundlage der Stöchiometrie; man erkennt, daß, wenn man für jeden Bestandtheil eine eigene Gewichtseinheit annimmt, chemische Verbindungen nicht allein in constanten, sondern immer auch in einfachen Gewichtsverhältnissen statthaben.

Es verbindet sich hiermit die Untersuchung, in welchem Verhältniß die Gewichtsmengen eines Bestandtheils stehen, der in verschiedenen Quantitäten mit Einer constanten Menge eines andern Bestandtheils verschiedene chemische Verbindungen bilden kann; und man entdeckt so auch noch das Gesetz der multiplen Proportionen. — Nach dem Vorhergehenden ist der Begriff des chemischen Aequivalents bereits erkannt; man vergleicht das Aequivalentgewicht einer Verbindung mit denen der Bestandtheile, und findet das erstere durch die Summe der Aequivalentgewichte der Bestandtheile gegeben.

Es erhebt sich mit der Erkenntniß dieser Regelmäßigkeiten das Wissen über die quantitative Zusammensetzung von unsicheren rein empirischen Resultaten zu absolut wahren. Die Bestimmung der procentischen Zusammensetzung ist stets nur approximativ; sie ändert sich mit der Auffindung anderer analytischer Methoden, sie kann nicht mit vollkommner Genauigkeit ausgeführt werden. Die Frucht einer scharfsinnigen Speculation, welche man auf die Beobachtungen anwandte, war es, in der Angabe der Zusammensetzung nach Aequivalenten, in der Auffindung der multiplen Proportionen, absolut wahre Resultate über die quantitative Zusammensetzung zu Tage zu bringen.

Mit der Erkenntniß dieser Regelmäßigkeiten ging weiter Hand in Hand die Erklärung derselben durch eine Hypothese; die Theorie, auf welche einige derselben hinführten, leitete sogar zur Entdeckung oder Bestätigung anderer. In der atomistischen Theorie suchte man alle beobachteten Gesetzmäßigkeiten zusammenzufassen, und es gewann dieselbe für die Chemie zuerst Wichtigkeit, als die Verhältnisse zwischen den Gewichten je Eines Atoms von den einzelnen Körpern durch die Aequivalentgewichte ausgedrückt zu sein schienen. Als die atomistische Theorie einmal sich für die Chemiker annehmbar gezeigt hatte, sah man bald ein, die Folgen der atomistischen Constitution müssen sich noch in anderen Eigenschaften, welche für die verschiedenen Körper durch Zahlenverhältnisse ausdrückbar sind, wiederfinden, und es entwickelte sich auf diese Art aus der quantitativen Untersuchungsweise die Folge, daß die che-

mischen Forschungen mit den physikalischen vielfältiger und inniger in einandergreifen, als je vorher.

Folgen der quantitativen Untersuchungsweise.

Der erste Anlaß hierzu steht mit einer einfachen Erweiterung der quantitativen Untersuchungsweise in Verbindung. Die Menge eines Körpers kann im Allgemeinen nach zweierlei Art bestimmt werden, nach Gewicht und nach Volum. Die erstere Methode der Bestimmung ist die bis jetzt in der Chemie vorzugsweise in Anwendung gebrachte, nur für die Gase wurden schon früh auch die Verbindungsverhältnisse nach dem Volum der Bestandtheile untersucht; es leiten diese Untersuchungen zu der Erkenntniß des Gesetzes, daß sich die Gase nach einfachen Maßverhältnissen unter einander verbinden, und daß das Volum des entstehenden gasförmigen Products gleichfalls in einem einfachen Verhältniß zu der Summe der Volume der gasförmigen Bestandtheile steht.

Die Combinirung dieser Gesetzmäßigkeit mit der schon erkannten hinsichtlich der Verbindung nach Aequivalentgewichten leitet auf die Entdeckung des Zusammenhangs zwischen specifischem Gewicht und Aequivalentgewicht bei den gasförmigen Körpern. Bei dem Bedürfniß, außer den Resultaten der chemischen Analyse noch andere Anhaltspunkte zu der Bestimmung der Atomgewichte zu haben (da die ersteren nicht in allen Fällen zu unter sich übereinstimmenden und unzweifelhaften Annahmen führen), und zudem durch theoretische Folgerungen hinsichtlich des Zusammenhangs der atomistischen Constitution mit den physikalischen Eigenschaften sich besonders dazu berechtigt glaubend: betrachtete man geradezu das specifische Gewicht der gasförmigen Elemente als das Verhältniß ihrer Atomgewichte ausdrückend; es führte sich hiermit die Unterscheidung zwischen Atomgewicht und Aequivalentgewicht ein.

Einen weitern Zusammenhang zwischen den Resultaten der chemischen Untersuchung in quantitativer Beziehung und den Resultaten der physikalischen Forschung findet man bald auch bei der specifischen Wärme; ich werde auf diesen Gegenstand unten bei der Betrachtung des Verhältnisses der Chemie zu anderen Wissenschaften während dieses Zeitalters weitläufiger zurückkommen.

Die in dem Vorhergehenden aufgezählten Entdeckungen geben Anhaltspunkte, um die Atomgewichte der Elemente festzusetzen; man bestimmt damit zugleich genauer das Atomgewicht der Verbindungen, und wieviel Atome jedes Bestandtheils in Einem Atomgewicht einer Verbindung enthalten sind;

Folgen der quantitativen Untersuchungsweise.

es gehen aus dieser Richtung der quantitativen Untersuchungsweise neue Resultate hervor.

Man findet, daß bei Verbindungen, wo gleiche Atommengen ähnlicher Elemente zu analogen Verbindungen vereinigt sind, die äußere Eigenschaft, vor Allem die Krystallform, eine ähnliche oder gleiche ist. Die Lehre vom Isomorphismus wird begründet, und man benutzt sie, um aus der bekannten Atomconstitution von Körpern Rückschlüsse auf die unbekannte damit isomorpher zu ziehen.

Man entdeckt andererseits, daß Substanzen, welche dem Gewicht nach gleiche Zusammensetzung haben, doch verschiedene Eigenschaften besitzen können; es begründet sich die Lehre von den Modificationen, von dem Dimorphismus; man findet die Ursache für mehrere dahin gehörige Fälle in der Entdeckung, daß Substanzen, welche der empirischen (procentischen) Zusammensetzung nach gleichartig sind, doch ein verschiednes Atomgewicht haben können, daß dieselben Elemente in demselben Verhältniß der Atommengen verschiedene Verbindungen bilden können, wenn nämlich die absolute Menge der Atome der Elemente in je Einem Atome der Verbindungen verschieden ist; das Statthaben polymerer Verbindungen wird erkannt.

Bei allen diesen Untersuchungen aber begnügt man sich nicht mit der genauern Bestimmung der Atomgewichte der Elemente und der Verbindungen, mit der Ausmittelung, wieviel Atome jedes Elements in Einem Atome einer Verbindung enthalten sind, man begnügt sich nicht mit der Aufsuchung der *empirischen* Atomconstitution der Verbindungen, sondern man sucht sich zugleich Rechenschaft darüber zu geben, welche Elemente, und wieviel Atome eines jeden, in einer Verbindung zu näheren Bestandtheilen vereinigt sind. Man bekümmert sich auch fortwährend um die *rationelle* Atomconstitution, deren Untersuchung allerdings dadurch vorbereitet war, daß man schon lange Bestandtheile in Verbindungen erkannt hatte, die man früher als einfache, später zwar als zusammengesetzte, aber doch immer noch als nähere, ansah. Mit dem Studium der rationellen Atomconstitution durchdringt ein wissenschaftlicherer Geist, als je vorher, die Chemie; mit den erhöhten Anforderungen an genaue Beobachtungen verbindet sich auch die an vermehrte geistige Einsicht, an die Fähigkeit combinirender Speculation. Die Untersuchung der rationellen Atomconstitution umfaßt nun die für unsere Wissenschaft wichtigsten Fragen, über die Constitution der Säuren, der Salze z. B.; sie leitet zu der Erkenntniß, daß für Verbindungen von glei-

cher empirischer Atomconstitution auch Verschiedenheit möglich ist, indem dieselben Elemente in derselben Gesammtzahl darin in verschiedener Art zu näheren Bestandtheilen vereinigt sein können; das Statthaben der metameren Substanzen wird erkannt. Aber seine hauptsächlichste Wichtigkeit zeigt das Studium der rationellen Atomconstitution für die organische Chemie, wo man findet, daß Elemente sich zu Verbindungen vereinigen können, welche, in complicirtere Verbindungen als nähere Bestandtheile eingehend, hier gewissermaßen sich wie einfache Körper verhalten; die Entdeckung der organischen Radicale bringt eine Umgestaltung in der Lehre von den organischen Verbindungen hervor, durch welche allein diese zahllosen Substanzen von gleicher qualitativer Zusammensetzung endlich einer ungezwungenen und übersichtlichen Classification unterworfen werden können, und ihr Studium dem leichter faßlichen der unorganischen Körper näher gerückt wird. Folgen der quantitativen Untersuchungsweise.

Die vorstehende Uebersicht der Entdeckungen, — welche alle unter einander im engsten Zusammenhang stehen und alle nur als nothwendige Folgen der quantitativen Untersuchungsmethode in ihrer Ausbildung nach verschiedenen Seiten zu betrachten sind, — lehrt uns, mit welchem Recht dem Zeitraum vom Ende des vorigen Jahrhunderts bis auf unsere Tage der hier gebrauchte, bezeichnende Name beigelegt werden kann. Die großen Fragen, welche die Wissenschaft jetzt in unserer Zeit bewegen, hängen alle noch auf's innigste mit jener Untersuchungsmethode zusammen, welche Lavoisier zur Grundlage seiner Ansichten nahm; die Untersuchung der Quantität ist es, welche den Theorien der Chemie hinlängliche Festigkeit gegeben hat, so daß die Anwendbarkeit derselben für andere Wissenschaften in einem solchen Grade zugestanden werden muß, wie dies nie früher der Fall war. Wir werden sogleich hierauf zurückkommen; bemerken wir nur hier noch, wie die quantitative Untersuchungsmethode nicht nur die Einsicht in die chemischen Vorgänge hob, sondern auch den Ausdruck, die Mittheilung der chemischen Kenntnisse, erleichterte. Sie leitete zu einer richtigeren Ansicht über die chemischen Verbindungen und bald auch zu der Aufstellung einer wissenschaftlichen Nomenclatur, welche, zuerst die qualitative Zusammensetzung hauptsächlich ausdrückend, später, nach Entdeckung der einfachen Proportionen, auch die Bezeichnung der quantitativen Zusammensetzung zuließ. In dem Umstand, daß schon in dem Beginn dieses Zeitalters die Einführung einer systematischen Nomenclatur möglich ist, welche sich in ihren Grundzügen im=

mer noch erhält, und deren Unzulänglichkeit nur langsam und in wenigen Theilen der Wissenschaft sich fühlbar macht — können wir einen neuen Beweis sehen, welche Sicherheit der Auffassung chemischer Vorgänge durch die quantitative Untersuchungsweise sogleich erwuchs.

Das neue Zeitalter ist zwar durch die im Vorhergehenden aufgezählten Eigenthümlichkeiten von allen vorhergehenden schon hinlänglich unterschieden, aber es mögen zur schärfern Charakterisirung hier doch noch einige Punkte im Vergleich mit früher besprochen werden, die zur Definirung einzelner der verflossenen Zeitalter uns von Wichtigkeit erschienen waren. Für das neue Zeitalter haben manche Ansichten gar kein Interesse mehr, welche früher den Zustand der Wissenschaft bedingten; das Verhältniß der Chemie zur Alchemie ist z. B. in diesem Zeitalter nur insofern noch anzuführen, als es gar nicht mehr existirt; weil die Chemie mit dem Beginn des neuen Zeitalters die Unmöglichkeit und das Thörichte der Metallverwandlung mit solcher Ueberzeugung erkennt und darlegt, daß von alchemistischen Tendenzen der repräsentirenden Chemiker dieses Zeitalters gar nicht mehr die Rede ist. Die totale Verwerfung des alchemistischen Glaubens wird besonders bestärkt durch die Ausbildung der Lehre von den chemischen Elementen, und durch die Definition derselben als solcher Körper, welche durch chemische Mittel nicht weiter zerlegbar sind und auch nicht in einander verwandelt werden können. Diese Ansicht über die chemischen Elemente bleibt während des ganzen jetzt zu besprechenden Zeitraums unverändert; hinsichtlich einzelner dahin gehöriger Körper ändert sich während desselben die Betrachtungsweise, insofern zu manchen Zeiten der neuen Periode Substanzen noch als unzerlegbare anerkannt werden, deren Bestandtheile auszuscheiden erst später gelingt, und wo alsdann die Liste der chemischen Elemente eine Correction erfährt.

Verhältniß der Chemie zur Alchemie.

Ansicht über die Elemente.

Ausbildung der analytischen Chemie.

Charakteristischer, als die eben besprochenen Verhältnisse, sind für das neue Zeitalter andere Eigenthümlichkeiten, welche zum Theil gleichermaßen als unmittelbare Folgen seiner herrschenden Richtung, der quantitativen Untersuchungsweise, anzusehen sind. Es ist dahin zu rechnen vorzüglich die Ausbildung der analytischen Chemie, welche einmal durch die Berichtigung der chemischen Theorie im Allgemeinen größere Sicherheit und richtigere Einsicht in ihre Operationen erhält, sodann aber auch in der quantitativen Richtung sogleich eine Controlle für ihre Arbeiten gewinnt, welche mit allen weiteren Entdeckungen, die bezüglich der quantitativen Verhältnisse gemacht

wurden, sich erweitert und vermehrte Zuverlässigkeit der analytischen Angaben veranlaßt. In der speciellen Geschichte der analytischen Chemie werde ich genauer die Fortschritte darlegen, welche diesem Zweig unserer Wissenschaft in dem neuen Zeitalter zu Theil werden.

Andere Eigenthümlichkeiten dieser Periode bietet das Verhältniß, in welches nun die Chemie zu anderen Wissenschaften tritt, und welches sie zu dem Culturzustande, zu dem Erziehungswesen u. s. w. einnimmt. Verhältniß der Chemie zu anderen Naturwissenschaften.

Vorzüglich wichtig ist es hier, das Verhältniß der Chemie zur Physik gehörig zu würdigen. — Schon vor dem Beginn dieser Periode hatten die Physiker begonnen, ihre Aufmerksamkeit der Chemie zuzuwenden. In früherer Zeit zwar hatte das scholastische Studium der Physik mit den rein empirischen Arbeiten in der Chemie einen zu schroffen Gegensatz gebildet, als daß eine Vereinigung beider Disciplinen möglich gewesen wäre, aber später trat doch eine solche Vereinigung ein. Es war dies der Fall, als (mit dem Uebergang zu dem Zeitalter der phlogistischen Theorie) die Physiker sich weniger mit spitzfindigen und unfruchtbaren Speculationen beschäftigten, und desto mehr Werth auf das Experiment, als die Grundlage aller naturwissenschaftlichen Forschungen, legten. So sahen wir in Boyle einen Gelehrten, dessen ausgezeichnete Leistungen die Physik und die Chemie gleichmäßig umfaßten. Seine Nachfolger in der Chemie schenkten indeß der eigentlichen Physik weniger Aufmerksamkeit, und die Ursache davon ist leicht einzusehen. Zur Physik.

Die Behandlungsweise der Experimentalphysik war von Anfang an durch die der Astronomie in hohem Grade influirt worden; gleich die ersten Begründer der Experimentalphysik, in dem Anfange des 17. Jahrhunderts, sind berühmt als Astronomen und Mathematiker. In die Physik war somit damals bereits die quantitative Untersuchungsweise eingedrungen; hier suchte man bereits, nicht bloß Thatsachen nach ihrem allgemeinen Stattfinden zu constatiren, sondern auch alle dabei in Betracht kommenden Größen zu bestimmen und einen Zusammenhang zwischen diesen Größen zu ermitteln. Bei der weitern Ausbildung der Physik blieb die mathematische Behandlungsweise derselben, die Beachtung und Benutzung der quantitativen Verhältnisse, stets im Zunehmen, während die Chemiker, die auf Boyle folgten, ihre Aufmerksamkeit ausschließlich fast auf die Erkennung und Erklärung der qualitativen Erscheinungen richteten. Die Physik und die Chemie wurden

Verhältniß der Chemie zu anderen Naturwissenschaften. Zur Physik.

deßhalb doch bald wieder ziemlich getrennt betrieben; wenige Gegenstände wurden damals bearbeitet, welche beide Wissenschaften gemeinsam beschäftigten und diese, z. B. die Wärmelehre, doch auch von den Gelehrten je eines oder des andern Fachs in ziemlich einseitiger Richtung studirt. Aeußerlich zwar stand die Chemie immer noch in einigem Verbande mit der Physik, insofern, als diese Wissenschaft jene als ihr untergeordnet betrachtete; als die Physik, in ihrer allgemeinen Auffassung als Naturlehre, auch die chemischen Kenntnisse mit einschließen zu müssen glaubte. Die allgemeineren Folgerungen der chemischen Forschungen, die Klassification der verschiedenen Substanzen aus dem chemischen Gesichtspunkt u. s. w., wurden demgemäß auch in der Physik abgehandelt, aber anhangsweise, ohne in näherer Verbindung mit den anderen und eigentlichen Gegenständen der Physik zu stehen.

Mit den raschen Fortschritten der Chemie, welche das Ende des Zeitalters der phlogistischen Theorie und den Anfang des jetzt zu besprechenden bezeichnen, konnte eine solche gezwungene Verschmelzung nicht mehr fortbestehen. Einzelne Klassen von Untersuchungen wurden jetzt in der Chemie als ihr ganz angehörig betrachtet, und rein wissenschaftlich behandelt, welche man bis dahin der angewandten Chemie zugerechnet und von der eigentlichen Chemie, die man allein an die Physik anlehnte, getrennt hatte; so z. B. die analytische Chemie, welche als Probirkunst der Metallurgie und Technologie zugetheilt gewesen war. Der Inhalt der Chemie wurde jetzt zu reichhaltig, als daß sie sich, auch nur in ihren allgemeineren Resultaten, der Physik noch hätte anhangsweise anschließen können. Die Chemie trennte sich bald vollkommen von der Physik; Selbstständigkeit in ihren Forschungen hatte unsere Wissenschaft bereits seit der Mitte des 17. Jahrhunderts erlangt, vollkommen selbstständige Darstellung, wonach ihre allgemeineren Ergebnisse nicht mehr einer andern Disciplin beigeordnet werden, erhielt sie in dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts.

Aber indem die Chemie jetzt der Physik ganz zur Seite trat, vermehrten sich bald die Berührungspunkte beider Wissenschaften. Eine gezwungene Stellung hatte die Chemie, so lange sie nur von der Physik als ein Anhang zu derselben betrachtet wurde; ein freier und lebendiger Verkehr trat aber zwischen beiden Fächern ein, nachdem die erstere von der letztern als gleichstehend und vollkommen selbstständig anerkannt war. Verschiedene Umstände trugen hierzu bei. Einmal die Vermehrung der empirischen Kenntnisse

durch die Chemiker hinsichtlich solcher Gegenstände, welche auch für die Physik Wichtigkeit hatten, wie z. B. die Wärmelehre, die Lehre von den Gasen, von dem Cohäsionszustande der Körper u. s. w. Sodann aber auch, und dies ist vorzüglich hervorzuheben, konnten nun Physik und Chemie in engere Wechselwirkung zu einander treten, seitdem die in der Physik schon länger herrschende Richtung in der Chemie gleichfalls zur leitenden wurde, seitdem die quantitative Untersuchungsweise in der Chemie die höchste Geltung gewann.

Verhältniß der Chemie zu anderen Naturwissenschaften. Zur Physik.

Der Begründer des neuen Zeitalters schon, Lavoisier, wird von dieser Richtung, welche er in der Chemie zuerst repräsentirt, auch zu rein physikalischen Forschungen geleitet, und wie in der Chemie zeichnet er sich auch in der Physik durch genauere quantitative Bestimmungen aus. Seine Nachfolger in der Chemie tragen von nun an stets dazu bei, die Wechselbeziehungen zwischen Physik und Chemie zu vervielfachen. — Von dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts an sehen wir, nachdem kaum erst die Chemie von der Physik in der äußern Darstellung sich ganz getrennt hat, viele einzelne Gegenstände von den Gelehrten beider Fächer gleichmäßig bearbeitet. Die chemische Wirksamkeit der galvanischen Elektricität wurde erkannt und weiter studirt; die Lehre von den Gasen und Dämpfen wurde durch Chemiker mit dem größten Erfolg bearbeitet; die Erkenntniß der Dichtigkeit der gasförmigen Körper, eine bis dahin der Physik ausschließlich angehörige Lehre, wurde in die Chemie gezogen, indem diese sie auffaßte als die Erkenntniß der Zusammensetzung eines Körpers im gasförmigen Zustande nach Volumen seiner gasförmigen Bestandtheile. Andere Eigenschaften, deren Bestimmung bis dahin lediglich der Physik überlassen war und zum Theil nur todte Zahlen bot, gewannen neues Interesse, seitdem sie mit chemischen Eigenthümlichkeiten, namentlich der Zusammensetzung der Körper, in Verbindung gebracht waren; so z. B. die specifische Wärme; und stets noch dauern die Versuche fort, die Betrachtung solcher s. g. physikalischen Eigenschaften der Chemie zu vindiciren, die Aufgabe zu lösen, alle physikalischen Eigenschaften eines Körpers aus der Kenntniß seiner chemischen Zusammensetzung ableiten zu können.

Bei allen diesen Bestrebungen leitete vorzüglich die quantitative Untersuchungsweise; durch ihre Einführung in die Chemie wurde die Bearbeitung des Gebietes, welches man als das der physikalischen Chemie zu bezeichnen pflegt, möglich. Auch machte sich diese Untersuchungsweise für alle hier-

Verhältniß der Chemie zu anderen Naturwissenschaften.

hergehörigen Arbeiten geltend, wenn auch für einige erst in verhältnißmäßig späterer Zeit. Für die Elektrochemie z. B. bedurfte es längerer Zeit, um nur die qualitativen Erscheinungen mit gehöriger Schärfe festzustellen, aber die quantitative Untersuchungsmethode fand doch auch hier zuletzt Eingang, und krönte die bis dahin erlangten Resultate durch die wichtigsten und zuverlässigsten Ergebnisse.

Zur Mineralogie.

Die quantitative Untersuchungsweise übt einen sehr bestimmten Einfluß aus auf das Verhältniß der Chemie zu noch mehreren anderen Wissenschaften; ich hebe hier nur noch hervor, wie sie vorzüglich die Vereinigung der Mineralogie mit der Chemie, die Möglichkeit, die erstere Wissenschaft aus dem rein chemischen Gesichtspunkte aufzufassen, vermittelt hat. Versucht war dieses schon früher; man hatte schon in dem vorhergehenden Zeitalter angefangen, die Klassification der Mineralien auf ihre chemische Zusammensetzung zu gründen. Aber ein solches Bestreben konnte nicht viel Erfolg haben, so lange die Zusammensetzung nur qualitativ ermittelt wurde.

Zu große Gruppen von Mineralien haben höchst ähnliche qualitative Zusammensetzung bei wesentlich verschiedenen äußeren Eigenschaften. Die alleinige Kenntniß der qualitativen Zusammensetzung reichte nicht hin, ein durchgreifendes Klassificationssystem zu begründen; die quantitative Untersuchungsweise mußte auch hier sich erst Bahn brechen, die Mineralien mußten als chemische Verbindungen aus dem Gesichtspunkte der Lehre von den bestimmten Porportionen betrachtet werden, um einer rein chemischen Klassification unterworfen werden zu können. Aehnlich wie für die organischen Verbindungen brachte die quantitative Untersuchungsweise in ihrer Ausbildung als Erkenntniß der Atomconstitution Ordnung und erleichtertes Studium auch für diejenigen unter den unorganischen Substanzen, welche jenen Verbindungen am entgegengesetztesten sind, für die Mineralien.

Zu weit würde es uns in dieser allgemeinern Charakteristik des neuen Zeitalters führen, das eigenthümliche Verhältniß der Chemie während desselben zu allen anderen Disciplinen genauer besprechen zu wollen, und mit Uebergehung vieler Beziehungen, die jetzt neu hervortreten und die Scheidekunst mit anderen Wissenschaften, der Mathematik, der Botanik u. a. in entferntere oder nähere Berührung bringen, wollen wir hier nur noch einige der einflußreichsten und von den allgemeinsten Folgen begleiteten Eigenthümlichkeiten

betrachten, welche nun die Chemie in ihrer äußern Stellung, in ihrer Bedeutung für das geistige Leben im Allgemeinen wie für einzelne Wissenschaften annimmt.

Zu den wichtigsten Merkmalen, welche die Chemie während des neuen Zeitalters charakterisiren, gehört die Angabe ihrer Stellung als Förderungsmittel der materiellen, als Bildungsmittel der geistigen Kräfte der Menschen. Verhältniß der Chemie zur Cultur.

Die Besprechung dieses Gegenstandes schließt sich zum Theil an die Geschichte der technologischen Chemie, und ich verweise dahin zur Vervollständigung des hier Mitzutheilenden. In seinen Folgen tritt aber der Aufschwung, welchen die technologische Chemie in dem Anfange des neuen Zeitalters nimmt, aus den Grenzen einer einzelnen Anwendung der Scheidekunst heraus; er wird für die Bildungsmethode, für die geistige Richtung ganzer Völker von Wichtigkeit. Diese Folgen geben der Chemie in diesem Zeitalter eine von ihrer frühern sehr verschiedene Stellung; es werden die realistischen Kenntnisse weit mehr als früher zu einem Unterrichtsmittel im Allgemeinen, und unter ihnen besonders die Chemie. Das Aufkommen der realistischen Bildungsweise ist es, welches durch die Leistungen der Chemie besonders unterstützt wird, und welches wieder der Chemie eine tief eingreifende Bedeutung für den Culturzustand giebt. Hervorzuheben ist in dieser allgemeinen Geschichte unserer Wissenschaft, wie sich eine solche Veränderung ihrer Bedeutsamkeit und ihres äußeren Zustandes geltend macht.

Gegen das Ende des 18. Jahrhunderts noch war die technische Chemie wenig mehr, als eine Sammlung ganz empirischer Verfahrungsweisen, und sie stand mit der wissenschaftlichen Chemie nur in geringem Zusammenhange. Einzelne Gelehrte unsers Fachs hatten zwar bereits einzelne Gegenstände der Technik wissenschaftlich zu bearbeiten begonnen, aber die meisten Gewerbe, wo chemische Vorgänge statthaben, entbehrten doch immer noch jeder theoretischen Grundlage; ihre Erweiterung, ihr Fortschreiten hing von dem Zufall der rohen Empirie ab; die Leistungen waren wenig bedeutend; Ausbildung in der geistigen Erkenntniß gewannen diejenigen aus der Erlernung chemisch-technischer Operationen nicht, welche die Betreibung derselben vorzugsweise beschäftigte.

Andererseits wurden bald nach der Mitte des vorigen Jahrhunderts einzelne Stimmen laut, welche gegen die bis dahin unbestrittene Methode, den Geist des Menschen zu wecken und zu bilden, sich auflehnten. Sie

Verhältniß der Chemie zur Cultur.

warfen dieser vor, die nur formelle Geistesbildung durch die s. g. humanistischen Studien lasse sich mit mehr Vortheil durch eine andere Methode ersetzen, welche den Geist bilden solle durch Unterricht in solchen Gegenständen, wo zu der Ausübung der erlangten Kenntnisse dem Menschen vielfach Gelegenheit geboten ist; die Auswahl der Unterrichtsgegenstände solle darauf gerichtet sein, daß nicht bloß der Verstand geschärft, nicht bloß ein Wissen dem Geiste mitgetheilt, sondern daß auch zugleich die Erfahrung bereichert und die Anwendung des Erlernten im gewöhnlichen Leben vorbereitet werde. Dem Studium der alten Sprachen, welches bis dahin als das hauptsächlichste Mittel zur tüchtigen Ausbildung des geistigen Menschen anerkannt worden war, setzte man entgegen das Studium der Natur und ihrer Kräfte, der Benutzung dieser Kräfte und der Anwendung der Naturkörper im praktischen Leben. So standen damals bereits, in dem 3. Viertel des vorigen Jahrhunderts, die Naturwissenschaften den klassischen Sprachen, was die vorzugsweise Tauglichkeit der einen oder der anderen als Bildungsmittel des menschlichen Geistes und als hauptsächlichsten Gegenstand des Unterrichts angeht, gegenüber.

Doch hatte vor dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts der Unterricht in den Naturwissenschaften und den davon unzertrennlichen mathematischen Studien nirgends die allgemeine Anerkennung erlangt, welche ihm von dieser Zeit an in einzelnen Ländern zugestanden wurde. Dem Studium der Naturwissenschaften diese Anerkennung beilegen zu lassen, trug die Chemie besonders bei, indem unter besonderen politischen Umständen einige Chemiker die folgenreiche Wichtigkeit darthaten, welche die Kenntniß der Naturwissenschaften für die Benutzung und Vermehrung der materiellen Kräfte eines Landes hat, indem diese Gelehrten, einflußreiche Stellungen im Staatsleben sich später erringend, dann die Wissenschaften, deren Anwendung einst die Selbstständigkeit ihres Vaterlandes aufrecht erhalten half, als die vor allen anderen dem Volke zugänglich und vertraut zu machenden ansahen und sie als Grundlage des öffentlichen Unterrichts wählten.

Die französische Revolution giebt Anlaß, daß die Chemie in dieser Weise einen bestimmten Einfluß ausübt; sie zeigt uns in ihren Wirkungen auch das Erstarken der realistischen Bildungsweise. Als eine Folge dieser politischen Begebenheit haben wir es anzusehen, daß in Frankreich die Naturwissenschaften und die Mathematik vorzugsweise als Mittel zur geistigen

Bildung hervorgehoben wurden, daß sich dann diese Richtung weiter verbreitete, und in anderen Ländern, wenn auch weniger einseitig sich erhebend, doch von der ausschließlich humanistischen Unterrichtsmethode Concessionen erzwang und zur Ausgleichung und Vermittelung dieser zwei sich bisher starr bekämpfenden Richtungen aufforderte.

Verhältniß der Chemie zur Cultur.

Wir hatten bei der Geschichte der letzten Jahrhunderte selten Gelegenheit, wichtige Veränderungen des Totalzustandes der Chemie als Folgen bestimmter politischer Begebenheiten nachzuweisen, während in der Zeit der mittlern Geschichte unserer Wissenschaft solche Beziehungen zahlreich und deutlich hervortreten. Der Grund davon liegt in der allgemeineren und selbstständigern Behandlung, zu welcher sich die Chemie schon in dem 3. Zeitalter zu consolidiren beginnt. Die Wissenschaft, als Ganzes erkannt und gepflegt, und zwar nicht mehr als ausschließliches Eigenthum Eines oder weniger Völker, sondern von allen gebildeten Nationen als Gegenstand der Forschung hoch geachtet, ist jetzt nicht mehr abhängig von dem politischen Zustande eines einzelnen Volks. Das Aufblühen oder der Verfall Eines Reichs vermehrt oder vermindert jetzt wohl noch die Zahl ihrer Theilnehmer, aber bedingt nicht mehr den Totalzustand der Wissenschaft. Bei einer solchen größern Selbstständigkeit derselben in jeder Beziehung können nur Begebenheiten, welche mit politischer Bedeutsamkeit auch große culturgeschichtliche verbinden, einen bestimmten Einfluß auf den Charakter der einzelnen Wissenschaft äußern. Inwiefern die Wirkungen der französischen Revolution auf den Charakter der Chemie influiren, haben wir jetzt zu betrachten.

Ohne in eine ausführliche Darlegung der politischen Ereignisse jener Zeit eingehen zu dürfen, genügt es, an den Zustand Frankreichs im Jahre 1793 zu erinnern. Ein Land, gewohnt die nothwendigsten Kriegsmaterialien von anderen Ländern durch Kauf zu erhalten, war von jeder Zufuhr abgeschnitten, in der Beischaffung aller Hülfsmittel auf sich selbst beschränkt und mit fast allen anderen Ländern Europa's im erbittertsten Kriege begriffen. Damals galt es, wenn Frankreich seine Selbstständigkeit behaupten wollte, der vaterländischen Industrie in kurzer Zeit einen Aufschwung zu geben, zu dessen Erreichung unter anderen Umständen eine Reihe von Jahren nöthig erschienen wäre. Es galt, die rohen Naturproducte, welche man bis dahin von dem Ausland her bezogen hatte, in Frankreich selbst ausfindig zu machen und ihre Gewinnung zu lehren; Fabrikszweige, welche sonst das

Verhältniß der Chemie zur Cultur.

ausschließliche Eigenthum anderer Völker gewesen waren, mußten selbstständig bearbeitet, die Verfahrungsweisen zum Theil beinahe neu entdeckt werden, um die Anfertigung von Munition, Waffen und allen anderen Kriegsbedürfnissen möglich zu machen. Hier konnte die nur empirische Verfahrungsweise keine Hülfe bieten, welche bisher alle derartigen Gewerbszweige beherrscht hatte, denn um durch ausschließliches Tasten und Probiren sich in den verschiedenen Theilen der Technik die Fertigkeit zu erwerben, welche die betreffenden anderen Nationen darin erlangt hatten, wäre dieselbe Zeit nöthig gewesen, deren diese zur Erreichung ihres Standpunkts in den einzelnen Gewerben bedurft hatten. Und die nöthigen Kenntnisse der Fabrikationsweisen vorausgesetzt, mangelten die nothwendigsten rohen Erzeugnisse. Solche Umstände forderten die Naturforscher Frankreichs auf, ihre Kräfte zur Vertheidigung des Vaterlands anzustrengen, durch die Wissenschaft die Betreibung von Gewerben möglich zu machen, welche bis dahin in Frankreich noch nicht existirt hatten. Zwei Gelehrte, ein Chemiker und ein Mathematiker, welche die praktische Anwendung ihrer Wissenschaft stets beschäftigt hatte, Berthollet und Monge waren es besonders, die hier zur kraftvollen Vertheidigung ihres Vaterlands mitwirkten, indem sie die Waffenthaten der Franzosen durch Beischaffung aller nöthigen Materialien möglich machten. Zu wenigen Zeiten hatte die Wissenschaft bestimmte praktische Aufgaben schneller und vollständiger gelöst, als damals; nicht allein diejenigen Gegenstände, welche bisher das Ausland nach Frankreich geliefert hatte, wurden nach kurzer Zeit im Inland bereitet, sondern der Erfindungsgeist jener Männer ging weiter und versuchte neue Vertheidigungsmittel zur Kriegführung. Unter dem Drang aller ungünstigen Umstände, welche auf Frankreich in jener Zeit lasteten, erhielten sich die materiellen Kräfte des Landes ungeschwächt, sie waren im Gegentheil in mehrfacher Beziehung reichlicher vorhanden, als vorher unter scheinbar günstigeren Bedingungen. Ein solches Resultat wurde erreicht durch die geschickte Anwendung aller Hülfsmittel der Naturwissenschaften auf die Praxis.

Sobald in Frankreich eine gesetzliche Ordnung sich wieder einigermaßen befestigt hatte, und neue Unterrichtsanstalten an der Stelle der aufgehobenen errichtet werden mußten, suchte man in den zunächst vorhergegangenen Ereignissen die Anhaltspunkte, welche hinsichtlich des einzuführenden Unterrichtssystems die Leitung abgeben sollten. Genaue Kenntniß der Naturkörper und der Naturkräfte, genaue Einsicht, nach welchen Gesetzen die letzteren

wirken, hatten dem französischen Volke vorzüglich beigestanden, sich gegen überlegene Angriffe zu vertheidigen. Indem man also zu dem Studium der Naturwissenschaften und der Mathematik das ganze Volk hinzog, glaubte man der Nation die geeignetste Ausbildung zu geben, um ihre materiellen Kräfte möglichst zu vermehren. In den Unterrichtsanstalten, welche in Frankreich gleich nach der Schreckenszeit und mit der meisten Sorgfalt eingerichtet wurden, der Normalschule, der polytechnischen Schule u. a., wurde zuerst diese rein realistische Richtung mit größter Ausschließlichkeit alles Andern durchgeführt. Die Kenntnisse, welche Monge und Berthollet wenige Jahre zuvor zu so außerordentlichen Leistungen befähigt hatten, sollten allen Gebildeten des Volks mitgetheilt werden, und die genannten Gelehrten, denen sich hier ein anderer Chemiker, Fourcroy, noch zugesellte, waren die thätigsten Theilnehmer an der Organisation der erwähnten Anstalten, und übten einen gleichen Einfluß aus auf die Einrichtung aller übrigen Erziehungsanstalten in Frankreich. Die realistische Richtung, welche das ganze Volk jetzt influirte, wurde noch befördert durch die steten kriegerischen Unternehmungen, an welchen Theil zu nehmen der größte Theil der französischen Jugend bestimmt war; und dieser möglichst praktische Ausbildung zu geben, schien auch in Rücksicht hierauf besonders geeignet. Die Einrichtung des ganzen Erziehungswesens, die Bestimmung der Bildungsmethode und die Auswahl der vorzüglich zu beachtenden Unterrichtsgegenstände lag von 1795 an in Frankreich längere Zeit in den Händen solcher Männer, welche, ihrer eigenen geistigen Verfassung und den politischen Umständen gemäß, die realistische Bildungsweise bis zur Einseitigkeit als die allein zu beachtende ansahen, und lange genug war dies der Fall, um diese Richtung in die Nation nachhaltig eindringen zu lassen. So geht 1801 der Plan des gesammten öffentlichen Unterrichts von einem Chemiker, Fourcroy, aus, und in den folgenden Jahren bleibt dieser an der Spitze des Unterrichtswesens. Zu den höchsten Staatsämtern, deren Geschäftskreis auch die Bildung der heranwachsenden Generation umfaßt, gelangen Männer, welche der realistischen Richtung gleichfalls ganz angehören und sie befördern; die Leitung aller inneren Angelegenheiten des Landes erhalten Gelehrte, wie der Mathematiker Laplace, der Chemiker Chaptal u. A. Unter ihnen bestärkt sich die angenommene Richtung; sie verbreitet sich von Frankreich aus weiter, in den verschiedenen Ländern eine größere oder geringere Beachtung neben der humanistischen Bildungsmethode erringend.

Verhältniß der Chemie zur Cultur.

Verhältniß der Chemie zur Cultur.

Auf den Nutzen für die angewandte Chemie, welcher aus diesen Verhältnissen hervorging, auf die Anregung, welche für die chemische Technologie aus bald noch hinzukommenden anderen politischen Umständen, der Continentalsperre z. B., weiter erwuchs, haben wir hier nicht genauer einzugehen, da die hieran sich knüpfenden Betrachtungen nur ein specielles Interesse für einzelne Theile der Chemie haben; für die allgemeine Geschichte der Chemie aber ist als hauptsächlichstes Resultat der im Vorstehenden dargelegten Ereignisse noch wichtig, daß die Chemie jetzt nicht mehr ausschließlich als Hülfswissenschaft für einzelne Disciplinen gelehrt wird, und denjenigen, welche sich mit diesen nicht beschäftigen, fremd bleibt, sondern daß sie jetzt zu einem Unterrichtsgegenstand im weitern Sinne wird, und bei der aufgeklärteren Klasse im Allgemeinen Aufmerksamkeit und Eingang findet. Allmälig, aber mit Sicherheit, bereitet sich in Folge dieser Begebenheiten vor, daß die Kenntniß der chemischen Grundbegriffe zu einem Requisit allgemeiner Bildung gehört. Indem die Chemie als Unterrichtsgegenstand mehrseitige Beachtung erfährt, wird zugleich die Methodik ihrer Darstellung, welche früher vernachlässigt war, mehr bearbeitet; das Verständniß der chemischen Lehren wird zu erleichtern gesucht; die Chemie, in weiterem Kreise gelehrt, läßt an die Stelle des todten Empirismus unter den Gewerbtreibender ein bewußteres Verständniß treten. So sehen wir unsere Wissenschaft, was allgemeinere Verbreitung, was verbreitetere Kenntniß nicht nur einzelner Thatsachen, sondern der chemischen Gesetze überhaupt betrifft, in diesem Zeitalter eine ganz andere Stellung einnehmen, als in den früheren; die Beachtung, welche jetzt der Chemie in ihrem Verhältniß zu der materiellen Kraftproduction eines Staates von diesem zugewendet wird, die Beilegung der Wichtigkeit, welche sich für unsere Wissenschaft als ein allgemeineres Bildungsmittel vorbereitet, machte es nöthig, dieselbe nach diesen Eigenthümlichkeiten in der Charakteristik des neuen Zeitalters weitläufiger zu betrachten.

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

Der Darlegung solcher allgemeinerer Eigenthümlichkeiten der Chemie in dem neuen Zeitalter ist hier noch die Besprechung beizufügen, in welchem Verhältniß jetzt die Chemie zu einer andern Wissenschaft steht, deren Zusammenhang mit der erstern bei der Charakteristik aller Perioden einen Anhaltspunkt abgab. Das Verhältniß der Chemie zur Medicin müssen wir hier noch besonders betrachten, da auch nach ihm sich der Standpunkt un=

ſerer Wiſſenſchaft in dieſem letzten Zeitabſchnitt beſſer verſtehen und beurtheilen läßt.

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

Die Chemie beginnt in dem jetzt zu beſprechenden Zeitalter mit der Medicin wieder in engern Zuſammenhang zu treten, als es in dem zunächſt vorhergehenden der Fall geweſen war. In der Periode, welche auf die der mediciniſch-chemiſchen Anſichten zunächſt folgte, war die Widerlegung dieſer Anſichten das Ziel, in deſſen Verfolgung ſich die ausgezeichnetſten Aerzte und Chemiker vereinigten. So wie die Ueberzeugung ſich befeſtigte, daß die Jatrochemiker mit der Anwendung der chemiſchen Begriffe auf mediciniſche Gegenſtände nur die gröbſten Mißbräuche getrieben hatten, ohne der Heilkunſt wirkliche Fortſchritte mitgetheilt zu haben, — mußte auch bei den Aerzten die Richtung die vorherrſchende werden, ſich von ſolchen Irrwegen möglichſt entfernt zu halten, den chemiſchen Erklärungsweiſen in ihrer Wiſſenſchaft gar keine Glaubwürdigkeit zuzugeſtehen. Das abſchreckende Beiſpiel, welches die Jatrochemie des 17. Jahrhunderts bot, ſtand faſt allen Aerzten des 18. Jahrhunderts vor Augen; bis zu den letzten zehn Jahren deſſelben wurde kein Syſtem aufzuſtellen gewagt, welches die Lebenserſcheinungen als rein chemiſche zu erklären geſucht hätte. In der Einleitung zu dem vorhergehenden Zeitalter wurde indeß bereits angedeutet, wie doch ein Zuſammenhang zwiſchen dem Studium der Medicin und Chemie ſich erhält, und wie die Fortſchritte der letztern Wiſſenſchaft auch der erſtern zu Gute kommen.

Aber auch wieder eine ausgedehntere Anwendung von den chemiſchen Lehren auf die Erklärung der Lebenserſcheinungen zu machen, bot ſich bald Anlaß, und gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts tritt die Richtung wieder entſchieden hervor, die wichtigſten Vorgänge in dem thieriſchen Organismus als rein chemiſche erklären zu wollen. Vorbereitet war das nochmalige Aufkommen dieſer Richtung durch die genaueren Unterſuchungen, welche die Chemiker des 18. Jahrhunderts über die Zuſammenſetzung der feſten und flüſſigen Theile des Thierkörpers angeſtellt hatten, und durch die Analogien zwiſchen gewiſſen phyſiologiſchen und chemiſchen Erſcheinungen, welche unzweifelhaft nachgewieſen waren. Dazu, der Chemie neue Geltung für die Erklärung mediciniſcher Gegenſtände zu verſchaffen, trug vorzüglich die Erkenntniß bei, daß der Athmungsproceß und der Verbrennungsproceß vollkommen analoge Erſcheinungen ſind. Die Wichtigkeit, welche der erſtere für die geſammten Lebenserſcheinungen hat, die Abänderungen, welche er bei krankhaften Zuſtänden erleidet, regten dazu an, die Auffaſſung des ana=

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

logen chemischen Vorgangs zu der Erklärung der Lebenserscheinungen überhaupt und gewisser krankhaften Zustände insbesondere zu versuchen.

Dazu bot sich vorzüglich Gelegenheit, als für den Verbrennungsproceß durch Lavoisier eine neue Theorie geltend gemacht wurde. Das antiphlogistische System wurde zum herrschenden; vom Anfang an sucht es sich in seiner ganzen Auffassung der Wissenschaft den früheren Ansichten gegenüber zu stellen; unter den ersten Anhängern desselben waren viele, welche die wissenschaftliche Chemie erst von der Zeit ihres Systems an datirten; alle Anwendungen der frühern Chemie auf medicinische Erscheinungen verwarfen sie, aber für befähigt durch die neue Theorie hielten sie sich, andere Anwendungen in dieser Art zu machen. Sie leugneten nicht den schlechten Erfolg der früheren iatrochemischen Erklärungsweisen, aber weit erhaben dünkten sie sich über die gezwungenen Annahmen von Säure und Laugensalz, durch deren Einwirkung und Conflict man die Lebenserscheinungen zu erklären gesucht hatte. — Den Sauerstoff erkannte man jetzt als die nothwendige Bedingung des Lebens; denselben Stoff nebst anderen Elementen, dem Wasserstoff, Stickstoff u. s. w., wies man in den verschiedenen Gebilden des Organismus nach. Sogleich machte man Anwendungen der umgestalteten chemischen Theorie; Einige glaubten als Ursache der Krankheiten regelwidrigen Gehalt, Ueberfluß oder Mangel, des Sauerstoffs, Wasserstoffs u. s. w. in den verschiedenen Körpertheilen ansehen zu können, Andere hielten den Sauerstoff für das Princip der Lebenskraft selbst, und erklärten die Krankheiten als Folge entweder zu großer oder zu geringer Sauerstoffabsorption. Eine Stütze für diese letztere Ansicht glaubte man in den Verschiedenheiten zu finden, welche fehlerhafte eudiometrische Untersuchungen für den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre in verschiedenen Ländern ergeben hatten, und in dem Zusammenhang mit den endemischen Krankheiten, welchen man dabei nachweisen wollte. Gegen Krankheiten, welche man als auf solchen Ursachen beruhend ansah, versuchte man, ganz nach chemischen Grundsätzen, vermuthungsweise ausgewählte Mittel; hielt man allzugroße Sauerstoffabsorption für die Ursache eines Uebels, so setzte man irrespirable Gasarten der zum Athmen bestimmten Luft zu, und umgekehrt; die pneumatische Heilkunst bildete sich als Folge der neuen chemisch-medicinischen Ansichten. Die erlangten Kenntnisse über den Sauerstoffgehalt der Säuren, über die große Affinität anderer Substanzen zum Sauerstoff, benutzte man, um über ihre arzneilichen Wirkungen sich eine Vorstellung zu bilden.

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

So wurden denn um 1800 Theorien aufgestellt, welche die gesammten Lebenserscheinungen aus dem Gesichtspunkte des chemischen Materialismus zu erklären suchen. Systeme erhoben sich, wonach die dynamischen Aeußerungen des Organismus lediglich Folgen der chemischen Zusammensetzung seiner Gebilde sein sollten, wonach die Gesetze der chemischen Affinität die Ausbildung des Organismus regeln, und die Assimilation nur eine eigenthümliche Art der Krystallisation ist u. s. w.

Zu diesen Erklärungsweisen leitete das Vertrauen auf ein chemisches System, welches kaum entstanden schon für in der Hauptsache vollendet und unwiderleglich angesehen wurde; es leitete dazu der Dünkel, welcher jede Periode einer Wissenschaft bezeichnet, wo eben erst große Irrthümer der Vorgänger aufgefunden und dem Anscheine nach vollständig berichtigt sind. Gegen derartige Anwendungen der Chemie auf die Medicin protestirten sogleich aber nicht nur die ausgezeichnetsten Aerzte, sondern auch alle bedeutenderen Chemiker, welche ihre Wissenschaft als in rascher Fortbildung noch begriffen und vielfacher Bestätigungen und Berichtigungen bedürftig erkannten. Besonders wirkte aber gegen diese damaligen iatrochemischen Theorien, daß beinahe gleichzeitig eine andere Erklärungsweise für die Functionen des Organismus vorgeschlagen wurde, welche einen großen Theil derjenigen zu sich hinzog, die nach einem Zurückführen der medicinischen Vorgänge auf Erscheinungen aus der Naturlehre, der Chemie oder der Physik, hinstrebten. Die Entdeckung des Galvanismus und seiner Wirkung auf den Organismus führte dazu, einen Zusammenhang zwischen den Lebenserscheinungen mit diesem Theil der Physik aufzusuchen; bei dem Dunkel, worin dieser Zweig der Naturlehre damals noch lag, bei der Willkür, welche man sich für die Auffassung und theoretische Zuhülfeziehung eines so wenig bekannten Imponderabils gestattete, war es leichter, ihn in Erklärungen einzuflechten, die in mannichfaltigen Modificationen von den materiellsten Anschauungsweisen bis in die mystischsten überspielten.

Es liegt nicht in dem Plane dieser Geschichte, die Theorien durchzugehen, welche in dieser Richtung aufgestellt wurden. Wichtiger ist es für unsern Zweck, über das Verhältniß der Chemie zur Medicin, welches durch die erwähnten voreiligen Theorien am Ende des vorigen Jahrhunderts im Allgemeinen nur wenig bedingt wurde, einen kurzen Ueberblick bis zur gegenwärtigen Zeit zu geben.

Der Nutzen, welcher für die Medicin aus der Chemie schon in dem

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

vorhergehenden Zeitalter hervorging, ist in dem jetzt vorliegenden fortwährend im Steigen begriffen. Die Fortschritte der Chemie lassen die Zubereitung der Arzneimittel zuverlässiger werden; neue Substanzen werden entdeckt und ihre Heilwirksamkeit geprüft. Besondere Wichtigkeit für die Medicin haben die Fortschritte der zerlegenden Chemie; mit der genauern Analyse der verschiedenartigsten Substanzen, welche in der Heilkunst Anwendung finden, entdeckt man diejenigen Bestandtheile, welche für sich die specifische Wirkung auf den Körper hervorbringen, die man bisher nur durch Anwendung der ganzen Substanz erhalten konnte. Bei der häufigen Veränderlichkeit des Gehalts einer Arzneisubstanz an dem eigentlich wirksamen Bestandtheil, wird die abgesonderte Darstellung desselben, oder die Bestimmung jenes Gehalts, für die Arzneimittellehre von der größten Wichtigkeit. Hinsichtlich der Anwendung der verschiedenen Arzneien wird jetzt der Gehalt an wirksamen Bestandtheilen beachtet, deren Zahl verhältnißmäßig kleiner erscheint als die der ersteren; aus verschiedenen Arzneistoffen von ähnlicher Wirksamkeit lernt man dieselben wirksamen Bestandtheile isoliren; für eine Vereinfachung der Arzneimittellehre, für die Erklärung der specifischen Einwirkung der Arzneien auf den Organismus wird vorgearbeitet.

Die Kenntniß der chemischen Reaction verschiedener Substanzen auf einander giebt zugleich in vielen Fällen sichere, und zwar von jeder medicinischen Theorie unabhängige, Anweisung, Krankheiten zu behandeln und besonders ihnen vorzubeugen. Die Anwendung der desinficirenden Mittel, viele Kenntnisse über die Gifte, und namentlich, welche Substanzen in den verschiedenen Fällen als Gegengifte angezeigt sind, entlehnt die Medicin von der Chemie; die Toxicologie besonders erheben beide Wissenschaften schnell zu einem hohen Grade der Ausbildung.

Mit der weitern Entwicklung der Chemie mehrt sich die Zahl der Gegenstände, welche sie ihrer Forschung unterwirft; früher auf die unorganischen Substanzen fast allein beschränkt, verbreitete unsere Wissenschaft bald auch neue Aufklärung über viele Producte des Pflanzenreichs; ihre Versuche, auch die thierischen Substanzen genauer kennen zu lernen, haben wir in dem Vorhergehenden zu wiederholten Malen besprochen. In dem jetzt zu betrachtenden Zeitalter aber besonders wird die Thierchemie der Gegenstand vervielfältigter Untersuchungen. Bei der Schwierigkeit der derartigen Arbeiten bleibt die Chemie der animalischen Stoffe lange hinter den anderen Theilen unserer Wissenschaft zurück; als für die Chemie der unorganischen,

ja selbst für die der vegetabilischen Körper die quantitative Untersuchungsweise die allgemein angewandte war, beschränkten sich die Arbeiten über die chemischen Verhältnisse thierischer Substanzen meist noch auf qualitative Untersuchung und Unterscheidung. Aus diesen qualitativen Forschungen bereits ergaben sich für die Medicin beachtenswerthe Resultate, und sie trugen dazu bei, daß die Heilkunde bei ihrer Ausübung die chemische Beschaffenheit verschiedener Substanzen des Organismus beachtet. Doch findet ein solches Zusammenwirken der Medicin und der Chemie nur in vereinzelten Fällen Statt, so lange hauptsächlich nur qualitative Untersuchungen über animalische Substanzen vorliegen. — Erst in der neuesten Zeit ist auch in die Thierchemie die Richtung eingedrungen, quantitative Bestimmungen zur hauptsächlichsten Grundlage der Forschungen zu machen, und die Resultate, welche man hierüber erhielt, leiteten sogleich zu abermaligen Versuchen, die Lebenserscheinungen in dem Thierkörper einer Erklärung aus dem vorzugsweise chemischen Gesichtspunkte zu unterwerfen. Verhältniß der Chemie zur Medicin

Es gehören diese Versuche zu sehr der Gegenwart an, als daß hier ein genaueres Eingehen auf diese Forschungen, auf den Erfolg, welchen sie haben, gerechtfertigt wäre. Einer künftigen historischen Bearbeitung der Chemie muß es überlassen bleiben, den Einfluß zu schildern, welchen diese Anwendung der Chemie nicht nur auf die Thierphysiologie (und auch die Pflanzenphysiologie, welche mit der erstern gerade durch diese Forschungen in viel engern Zusammenhang, als vorher, gekommen ist), sondern wahrscheinlich auf die gesammte Medicin ausübt. Einiges über die hierhergehörigen Arbeiten noch anzuführen, wird sich bei Besprechung derjenigen Chemiker, welche daran besonders Antheil haben, die passendste Gelegenheit ergeben.

Wir haben in dem Vorstehenden die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten des neuen Zeitalters hinlänglich dargelegt, um jetzt zu der Aufzählung seiner bedeutendsten Repräsentanten übergehen zu können. Es ergab sich, in welch innigem Zusammenhang die meisten charakteristischen Merkmale mit dem Vorherrschen Einer Richtung stehen, welche während des neuen Zeitalters die Bearbeitung der Chemie leitet; wie das Statthaben dieser Merkmale durch das Aufkommen und die Beibehaltung der quantitativen Untersuchungsweise bedingt ist. Als der erste Chemiker, welcher diese Untersuchungsweise in die Chemie einführt, ist Lavoisier zu betrachten; eine Aufzählung der Chemiker.

Aufzählung der Chemiker.

neue chemische Theorie wird durch ihn zur Anerkennung gebracht, wobei als die vorzüglichsten Mitarbeiter Guyton de Morveau, Fourcroy und Berthollet zu nennen sind. Es wirken diese unter Lavoisier's Zeitgenossen und nächsten Nachfolgern mit besonderm Erfolg dahin, daß das antiphlogistische System angenommen wird; sie zeichnen sich zugleich durch selbstständige Leistungen, besonders für die theoretische Chemie, aus. Gleichzeitig macht die analytische Chemie große Fortschritte; Klaproth und Vauquelin bestimmen vorzüglich die Zusammensetzung vieler Mineralien; an sie schließt sich Proust, der die Zusammensetzung der künstlichen chemischen Verbindungen genauer ermittelt. Den rein empirischen Untersuchungen dieser Chemiker über die Zusammensetzung chemischer Verbindungen folgen Dalton's theoretische Forschungen über die Gewichtsverhältnisse, in welchen sich die Bestandtheile zu chemischen Verbindungen vereinigen, und Gay Lussac's Arbeiten über die Verbindungsverhältnisse der Gase und viele andere wichtige Gegenstände der theoretischen und empirischen Chemie. — Eine andere Richtung in den chemischen Forschungen, über die chemische Action des Galvanismus und was damit zusammenhängt, beginnt schon etwas früher H. Davy, neben dessen Leistungen vorzüglich noch die von Gay Lussac und Thénard zu nennen sind. Alle im Vorstehenden angedeuteten Richtungen vereinigt Berzelius, er vervielfältigt die nach jeder derselben zu erlangenden Resultate und bringt sie in Zusammenhang; er giebt der Chemie noch außerdem neue Ausdehnung durch ihre Anwendung auf die Mineralogie und durch die Fortschritte, welche er die organische Chemie machen läßt. Von denjenigen Chemikern, welche neben Berzelius aus der Gegenwart als die vorzüglichsten Repräsentanten selbstständiger Richtungen in unserer Wissenschaft zu nennen sind, betrachten wir hier noch Faraday, Mitscherlich, Dumas, Liebig und Wöhler, die Mittheilung der Arbeiten der anderen ausgezeichneten Gelehrten, welche noch an der Vervollkommnung unserer Wissenschaft den größern Antheil haben, den folgenden Theilen vorbehaltend.

Allgemeine Bemerkungen.

Die Charakteristik unsers Zeitalters, welche — der Kürze desselben ungeachtet, wegen der Menge der wichtigsten Entdeckungen, die innerhalb desselben stattfinden, wegen der ungewöhnlich raschen und immer schneller voranschreitenden Entwicklung unserer Wissenschaft — weitläufiger auszuführen war, als für die vorhergehenden Perioden, giebt zugleich bereits über

Allgemeine Bemerkungen.

Vieles Aufschluß, was früher am Ende jeder Einleitung zu einem Zeitalter besonders hervorzuheben war. In den äußeren Verhältnissen der Chemiker giebt sich gegen die zunächst verflossene Periode der Unterschied zu erkennen, daß jetzt selten die ausgezeichneteren Repräsentanten der Chemie neben dieser mit gleichem Eifer oder als hauptsächlicher Beschäftigung sich noch einer andern Wissenschaft widmen. Während noch in dem Zeitalter der phlogistischen Theorie der Inhalt der Chemie beschränkt genug war, daß ausgezeichnete Leistungen in derselben keineswegs die Bearbeitung anderer Fächer ausschlossen, — daß im Gegentheil die meisten unter den bedeutenderen Chemikern jener Zeit andere Disciplinen als das eigentliche Gebiet ihrer Wirksamkeit betrachteten, und mit der Ausbildung der Chemie mehr nebenbei nur sich zu thun machten, — gewinnt jetzt bald unsere Wissenschaft eine solche Reichhaltigkeit, daß, sie zu repräsentiren, die ungetheilte Thätigkeit eines Menschen in Anspruch nimmt, ja, daß bald einzelne Zweige derselben dies thun, und ihre besondere Bearbeitung die Kraft Eines fast ausschließlich beschäftigt. Jetzt ist nicht mehr die Chemie das nebenbei betriebene Studium derer, welche die hierher gehörigen Kenntnisse hauptsächlich fördern; wohl aber bringt es die Vielfältigkeit der Hülfswissenschaften, welche ein erfolgreiches Forschen in der Chemie bedingen, mit sich, daß die vorzüglichsten Chemiker stets noch denjenigen anderen Fächern ihre Aufmerksamkeit zuwenden, welche mit der Scheidekunst Berührungspunkte haben; und weit entfernt, daß die Chemie durch ihre größere Reichhaltigkeit, und die vermehrten Ansprüche, welche sie an die Thätigkeit dessen macht, der an ihrer Ausbildung Antheil nehmen will, zu einem abgeschlossenem Sachstudium wird, vermehren sich vielmehr ihre Anwendungen, es vervielfältigt sich ihr Eingreifen in andere Wissenschaften, von denen ihr Fortschritte mitgetheilt werden und welche wieder von ihr Aufklärung erhalten.

Mit der vergrößerten Reichhaltigkeit der Chemie wächst die Menge der literarischen Arbeiten, deren Charakter jetzt weit von dem der früheren Schriften über chemische Gegenstände entfernt ist. Es wächst die Menge derjenigen, welche die Wissenschaft wesentlich fördern, und die Auswahl wird schwerer, welche Gelehrte als Repräsentanten hier ausführlicher zu schildern sind. Bei dieser Schwierigkeit ist für die Gegenwart weniger dahin zu streben, alle diejenigen hier schon weitläufiger zu betrachten, deren Leistungen und Ruf sie mit Recht als die würdigsten Vertreter unserer Wissenschaft bewähren, als vielmehr den Gesichtspunkt festzuhalten: aus der jetzigen Zeit

Allgemeine Bemerkungen.

nur an die Besprechung weniger Gelehrten die Berichterstattung derjenigen Richtungen anzuknüpfen, welche den Unterschied zwischen der Gegenwart und der zunächst ihr vorhergehenden Jahre für die Chemie hauptsächlich bezeichnen. Die Unvollständigkeit, welche hieraus für die allgemeine Geschichte der Chemie hervorgeht, — insofern für die neueste Zeit nicht dieselbe Vollständigkeit in der Schilderung aller ausgezeichneten Repräsentanten der Wissenschaft eingehalten werden kann, welche für die frühere Zeit mit mehr Sicherheit sich erreichen ließ, — ist eine nothwendige; sie geht hervor aus der Unvollkommenheit historischer Einsicht überhaupt, welche stets der Berichterstattung über die Gegenwart zur Last fällt, wenn diese nicht ausschließlich annalistisch gehalten ist. In solcher Weise Vollständigkeit zu erzielen, liegt indeß nicht im Plane dieser allgemeinen Geschichte. Ueber den Zustand der Chemie und den Werth der leitenden Richtungen in unserer Zeit kann ein richtiges und umfassendes Urtheil nur die Nachwelt abgeben, welcher die Materialien vollständiger vorliegen; der Gleichzeitige kann nur über dasjenige berichten, was ihm diese Richtungen hauptsächlich vorbereitet zu haben und gegenwärtig zu repräsentiren scheint.

So kann also in dieser historischen Arbeit die Betrachtung des heutigen Zustands der Chemie nur nach wenigen Beziehungen, die Schilderung der vorzüglichsten Chemiker nur mit großer Unvollständigkeit gegeben werden. Weniger ist dies der Fall für die erste Zeit unserer gegenwärtigen Periode, weil über ihre Leistungen die seitdem weit darüber fortgeschrittne Wissenschaft bereits abgeurtheilt hat; und in keiner Wissenschaft ersetzt sich so schnell eine herrschende Richtung durch eine andere, setzt sich so schnell eine neue vollkommnere Erkenntniß an die Stelle einer weniger umfassenden, wird mit einem Wort jede Leistung so schnell der Geschichte ganz angehörig und aus dem Kreise der Tagesfragen entfernt, wird die nächstkommende Generation schon zur unbefangenern Nachwelt, als gerade in der Chemie während der letzten Zeit. So haben denn auch in dem Erfolg und in der Dauer der Geltung, die ihnen zugestanden wird, die Richtungen und Arbeiten derjenigen Chemiker ihre Würdigung gefunden, welche unser Zeitalter einleiten und zuerst repräsentiren, und zu deren speciellerer Schilderung uns diese allgemeine Charakteristik vorbereiten sollte.

Den ausgezeichneten Forschungen, womit bereits in dem vorigen Zeitalter unsere Wissenschaft von französischen Gelehrten bereichert worden war, reihen sich im Anfang des jetzt zu besprechenden neue an, welche die früheren an Wichtigkeit weit noch übertreffen. Das Interesse an chemischen Untersuchungen ist während des 18. Jahrhunderts in Frankreich stets in raschem Zunehmen begriffen; in den Jahren namentlich, innerhalb welcher das neue Zeitalter beginnt, um 1770 — 1780, sind viele ausgezeichnete Kräfte der Chemie zugewandt; die Leistungen vervielfältigen sich und machen neue Organe zur Verbreitung der neuen Arbeiten nothwendig; neben dem (von 1665 an erscheinenden) Journal des savants, der ältesten aller wissenschaftlichen Zeitschriften, und den Memoiren der Pariser Akademie, entstand 1771 ein neues Journal, Rozier's Observations sur la Physique etc. welches in seiner Fortsetzung unter dem Titel Journal de Physique (von 1778 an) für die Chemie vorzügliche Wichtigkeit erlangte, und (mit einer Unterbrechung von 1794 — 1798) bis 1823 fortgeführt wurde. Ausbildung der Chemie in Frankreich.

Die Arbeiten der französischen Chemiker bis zu 1780 etwa sind im Allgemeinen noch ganz in dem Geiste der phlogistischen Theorie gehalten; die qualitativen Erscheinungen sind die fast ausschließlich beachteten. Zu dieser Zeit indeß bereiten Lavoisier's Forschungen die Reform in der Chemie vor, deren Erfolg und weitere Wirkungen wir in dem Vorhergehenden bereits angedeutet haben; die Einführung der quantitativen Untersuchungsweise in unsere Wissenschaft, und zunächst die Aufstellung der antiphlogistischen Theorie, lernen wir durch die genauere Betrachtung seiner Leistungen kennen, zu welcher wir nun übergehen wollen. Begründung der antiphlogistischen Theorie. Lavoisier.

Antoine Laurent Lavoisier wurde 1743 zu Paris geboren; sein Vater, welcher sich in Handelsgeschäften ein sehr bedeutendes Vermögen erworben hatte, und seinem Sohne eine ausgezeichnete Erziehung zu Theil werden ließ, war selbst ein Freund der Naturwissenschaften und stand mit den berühmtesten Forschern zu Paris in enger Verbindung. Lavoisier's Neigung zu den Naturwissenschaften wurde hierdurch schon früh angeregt; in verschiedenen Zweigen derselben sich des Unterrichts der damals ausgezeichnetsten Gelehrten erfreuend, schien es eine Zeit lang unentschieden, welchem Fache er sich vorzüglich hingeben wollte; mit besonderm Eifer trieb er Mathematik und Chemie, letztere unter dem in den folgenden Theilen oft zu erwähnenden G. F. Rouelle; außerdem aber auch Astronomie, Leben.

Lavoisier. Leben.

Botanik, Mineralogie und Geognosie. Bereits 1764 zeichnete er sich durch wissenschaftliche Untersuchungen aus, wo er in der Beantwortung einer schwierigen, von der französischen Regierung ausgesetzten Preisaufgabe den Sieg davon trug. Es handelte sich darum, wie die Straßenbeleuchtung einer großen Stadt am besten zu bewerkstelligen sei, so daß möglichste Erhellung, möglichste Leichtigkeit der Unterhaltung der Apparate und möglichste Kostenersparniß zugleich dabei erzielt würden. Lavoisier's, auf eine große Reihe von Beobachtungen gestützte, Beantwortung dieser Frage wurde von der Pariser Akademie des Preises würdig erkannt, aber zu großmüthig, diesen, 2000 Livres, anzunehmen, ließ er ihn vielmehr unter drei seiner Mitbewerber vertheilen, um diesen den Aufwand bei ihren Versuchen einigermaßen zu ersetzen. Dies geschah, und Lavoisier wurde dagegen in der öffentlichen Sitzung der Akademie 1766 durch Ueberreichung einer ihm vom König zuerkannten goldnen Denkmünze ausgezeichnet. — Es war besonders in Rücksicht auf diese Arbeit Lavoisier's, daß ihn die Akademie schon 1768 zu ihrem Mitgliede ernannte, und von dieser Zeit an war es die Chemie fast ausschließlich, welche seine Aufmerksamkeit fesselte. Entschlossen, dieser Wissenschaft seine Kraft zu widmen, aber auch zugleich darauf bedacht, sich in den Mitteln zur Anstellung aller nöthigen Experimentaluntersuchungen nicht beschränkt zu sehen, bewarb er sich 1771 um die einträgliche Stelle eines Generalpächters; er erhielt sie und gelangte so zu einer Stellung, wo er nicht nur der Beschäftigung mit der Wissenschaft unbesorgt leben konnte, sondern auch vielfache Veranlassung hatte, seine Kenntnisse für den Staat und das allgemeine Wohl geltend zu machen. So z. B. wurde er 1776 an die Spitze der Verwaltung der Salpeter- und Pulverfabrication gestellt; er fand hier namentlich Gelegenheit zur Anwendung seines ausgezeichneten Talents, wissenschaftliche Einsichten für technische Betriebszweige anzuwenden; so lange Lavoisier die Pulverfabrication in Frankreich zu dirigiren hatte, stand das französische Schießpulver dem keiner andern Nation an Güte nach, es übertraf vielmehr alle an Tragkraft; aber nach seinem Tode änderte sich dies schnell, wie sich die Franzosen namentlich in ihren Kriegen gegen England überzeugen konnten. In gleicher Richtung wirkte er als Verfasser mehrerer Schriften national-ökonomischen Inhalts; zu allen Commissionen wurde er gezogen, wo wissenschaftliche Kenntnisse vereinigt mit der Fähigkeit, die Resultate in das praktische Leben einzuführen, gefordert wurden. So z. B., um nur die wichtigeren seiner derartigen Beschäftigungen anzuführen,

wurde er von der Nationalversammlung um die besten Mittel zur Verfertigung der Assignaten befragt; auch zum Mitglied der Commission für die Regulirung des Maß- und Gewichtssystems wurde er 1790 ernannt. Aber auch noch zur Erfüllung anderer, mit der Wissenschaft weniger im Zusammenhange stehender Aemter fand Lavoisier's rastlose Thätigkeit Zeit; zum Mitglied der Provincialversammlung von Orleans wurde er 1787 erwählt, und das folgende Jahr auch als Administrator der Caisse d'escompte angestellt; 1791 ließ die Assemblée constituante einen von ihm geforderten Bericht über die Steuererhebung unter dem Titel Traité sur la richesse territoriale de la France auf Staatskosten drucken. Aber diese Verdienste, welche sich Lavoisier um sein Vaterland, der Ruhm, welchen er sich als Reformator einer Wissenschaft erwarb, retteten ihn nicht zu der Zeit des Terrorismus, wo Robespierre unermüdet das Henkerbeil gegen Jeden schwang, der auf irgend eine Art wahres Verdienst aufzuweisen hatte, oder überhaupt zu bedeutend war, als daß er dem Argwohn und dem Mißtrauen des Tyrannen hätte entgehen können. Auf eine nichtige Beschuldigung hin, daß er sich als Generalpächter Erpressungen erlaubt und bei seiner Verwaltung der Tabaksregie dem Tabak Wasser und andere dem Volke schädliche Stoffe zugesetzt habe, wurde er 1794 in Anklagezustand versetzt, und Anklage und Verurtheilung waren damals gleichbedeutend. Der Muth eines Freundes, welcher eine Aufzählung der wissenschaftlichen Leistungen Lavoisier's vor dem Schreckenstribunal wagte, blieb erfolglos vor der Rohheit der Gewalthaber, die sich in der Antwort des Gerichtspräsidenten: »Nous n'avons plus besoin des savants« treffend kund that. Lavoisier starb mit Resignation und Ruhe, im einundfunfzigsten Jahre seines Alters. *Lavoisier. Leben.*

Seine chemischen Arbeiten, welche uns hier beschäftigen, sind alle ausgezeichnet durch Präcision der Beobachtungen, durch meisterhafte Beschreibung der Thatsachen wie durch klare Darlegung der zu ziehenden Folgerungen. Scharfsinnig in der Auswahl der Hülfsmittel zu seinen Forschungen, erfinderisch in der Construction neuer passender Apparate und in neuen Anwendungen schon länger bekannter, ausdauernd bei allen Untersuchungen und in diesen immer Ein großes Ziel im Auge habend, von dessen Verfolgung er sich durch gelegentliche andere Entdeckungen und Arbeiten nicht abziehen ließ, gelangte Lavoisier dahin, in der *Allgemeiner Charakter.*

Lavoisier. Allgemeiner Charakter.

Chemie genauere Bestimmungen von Thatsachen zu erhalten, als es bis zu ihm möglich gewesen war, und auf diese Thatsachen richtigere und umfassendere theoretische Ansichten zu bauen, als irgend einer seiner Vorgänger. — Mit der fruchtbarsten Originalität verband Lavoisier zugleich gründliche Kenntnisse über Alles, was in der Chemie vor ihm geleistet worden war; über einzelne Lehren, welche er durch seine Untersuchungen Fortschritte machen ließ, hat er zugleich die historische Entwicklung derselben mit einer Vollständigkeit gegeben, welche seine Gelehrsamkeit in der Chemie hinlänglich bezeugt. Es contrastirt hiermit manchmal auffallend, daß er die Entdeckungen seiner nächsten Vorgänger mit Stillschweigen übergeht, wenn er dieselben Gegenstände bearbeitete und seine Resultate mit denen jener ganz oder theilweise übereinstimmen. Mit vieler Härte ist gegen Lavoisier dieses, anscheinend manchmal geflissentliche, Ignoriren der Verdienste Anderer hervorgehoben worden; läßt sich sein Verfahren gleich nicht ganz rechtfertigen, so muß doch zu einer richtigen Würdigung der Verhältnisse hervorgehoben werden, daß die meisten der von ihm verschwiegenen Arbeiten Anderer, deren Resultate mit den seinigen übereinstimmen und vor diesen die Priorität haben, nur einzelne, abgerissene Thatsachen behandeln, während Lavoisier's Arbeiten alle unter sich im nothwendigsten Zusammenhange stehen, und diejenigen seiner Untersuchungen, wobei er ganz selbstständig die wichtigsten Wahrheiten fand, ihn auch sicher zu den einzelnen Entdeckungen führen mußten, welche bereits Einige vor ihm anticipirt hatten.

Lavoisier's Untersuchungen, welche mit der Begründung einer neuen chemischen Theorie im Zusammenhange stehen, sind nämlich keine abgerissenen Bruchstücke einer Thätigkeit, welche hin und wieder sich an verschiedenen Gegenständen der Chemie übt, sondern Ein Gedanke durchzieht alle diese Arbeiten und verbindet sie: die Erklärung der Verkalkung und Verbrennung zunächst, und, nachdem der Antheil des Sauerstoffs an diesen Processen erkannt ist, die Erkenntniß der Wirksamkeit des Sauerstoffs in der Chemie überhaupt. Mit dieser Untersuchung eines der wichtigsten Substanzen, die in das Gebiet der Chemie gehören, war das Vorbild zu der Bearbeitung anderer gegeben; mit ausgezeichnetem Scharfsinn wußte Lavoisier die verschiedenartigsten Vorgänge, welche auf Trennung oder Zutritt des Sauerstoffs beruhen, zu erkennen, und über seine Beobachtungen genügende Erklärung zu geben. In seinen Untersuchungen und als Bürgschaft für die Richtigkeit seiner theoretischen Ansichten finden wir zuerst den

Gebrauch der Wage allgemeiner durchgeführt, die quantitativen Verhältnisse als die hauptsächlichsten Anhaltspunkte zur Erklärung der Erscheinungen anerkannt. Durch die Genauigkeit, womit er quantitative Bestimmungen durchzuführen wußte, durch den Scharfsinn, womit er auf sie seine Ansichten baute, legte er den Grund zu der Richtung, in welcher die nach ihm folgenden Chemiker zu so vielen und so wichtigen Resultaten gelangten. Lavoisier.

Um einen Ueberblick der zahlreichen Arbeiten Lavoisier's zu gewinnen, wollen wir sie unter verschiedenen Abschnitten betrachten. Den Anfang seiner Leistungen machten einige Untersuchungen, welche für die chemische Theorie im Allgemeinen noch nichts Entscheidendes enthalten; diese Arbeiten begründeten Lavoisier's Ruf als den eines genauen Experimentators, und rechtfertigten ihn selbst auch bei den Anhängern der phlogistischen Theorie als competent, eine Kritik derselben zu unternehmen. — Mit dieser Art von Arbeiten hat indeß Lavoisier sich nicht lange aufgehalten; bald erkennt er die Unrichtigkeit der Stahl'schen Lehre, und nun gehen alle seine Bemühungen dahin, an ihre Stelle eine bessere Theorie zu setzen. Diese Arbeiten Lavoisier's, mit dem Zweck der Begründung einer antiphlogistischen Theorie, sind es hauptsächlich, welche für diesen Theil der Geschichte ausgedehntere Betrachtung in Anspruch nehmen. — Endlich haben wir auch noch derjenigen seiner Leistungen zu erwähnen, welche zwar nicht der Chemie ausschließlich angehören, aber doch auch für diese Wissenschaft großes Interesse haben. Es gehören dahin seine physikalischen, physiologischen und ähnliche Untersuchungen. Chemische Untersuchungen.

Die rein chemischen Arbeiten Lavoisier's beginnen mit 1768, und die ersten Untersuchungen unterscheiden sich von denen des vorhergehenden Zeitalters nur durch eine größere Genauigkeit und den Gebrauch der Wage, ohne daß er indeß hier schon gegen die phlogistische Theorie auftritt. Dahin gehört die 1768 publicirte Analyse des Gypses, worin er Schwefelsäure, Kalkerde und Wasser als Bestandtheile angiebt. Es ist auffallend, daß er hier aller früheren Chemiker, welche über den Gyps gearbeitet haben, erwähnt, mit Ausnahme Marggraf's, der allein dieselbe richtige Zusammensetzung bereits 1750 erkannt hatte, und dessen Arbeiten durch eine Uebersetzung auch in Frankreich bekannt waren. — Zwei Jahre später veröffentlichte er seine Untersuchungen über die Möglichkeit der Verwandlung des Wassers in Erde Einzelne Arbeiten.

Lavoisier. Einzelne Arbeiten.

durch längere Erhitzung. Nach einer vollständigen Aufzählung der Meinungen der früheren Chemiker, von van Helmont bis auf seine Zeit, bewies er durch entscheidende Versuche, daß eine solche Verwandlung nicht stattfindet. Mit Scheele's Erklärung übereinstimmend zeigte er, daß die beim Erhitzen in Glasgefäßen aus dem Wasser sich absetzende Erde vorher von diesem aus dem Gefäß aufgenommen ist; er zeigte es vermittelst der quantitativen Untersuchungsmethode, indem seine Versuche ergaben, daß bei jener Operation, wenn kein Wasser entweichen kann, der Inhalt des Gefäßes gerade um so viel an Gewicht, an erdiger Materie, zunimmt, als das Gefäß selbst verliert, während Scheele den Beweis durch die qualitative Untersuchungsmethode führte, indem er die Identität der nach dem Erhitzen im Wasser sich findenden Substanzen mit den Bestandtheilen des Glases darthat.

Es waren dies die hauptsächlichsten chemischen Arbeiten, welche Lavoisier bis zum Jahre 1772 ausgeführt hatte. Jetzt ändert sich die Tendenz, in welcher er für die Wissenschaft thätig ist; es sind jetzt nicht mehr einzelne Thatsachen, welche ihn beschäftigen, sondern die Aufstellung einer richtigern Theorie über die wichtigsten Erscheinungen in der Chemie überhaupt wird nun Zweck seiner Untersuchungen, und durch eine zusammenhängende Reihe zahlreicher Arbeiten führt er diese Reform des chemischen Systems auch wirklich ein.

Arbeiten zur Begründung der antiphlogistischen Theorie.

Ich habe bereits erwähnt, daß schon im Laufe des vorigen Zeitalters einige Gelehrte die Verkalkung der Metalle als nicht auf einer Abscheidung des Phlogistons, sondern als auf einer Luftabsorption beruhend ansahen, daß aber ihr Einfluß auf die Chemie zu gering ist, als daß sie in dieser allgemeinen Geschichte der Chemie besprochen werden könnten. Ihre Ansicht war die richtige; sie erklärten die Gewichtszunahme bei der Verkalkung durch die Condensation der wägbaren Luft; aber sie dürfen doch nicht als die Begründer einer richtigern Verbrennungstheorie angesehen werden, denn Begründung einer Theorie besteht nicht in der Aeußerung einer Ansicht, in der Beweisführung für nur einzelne Thatsachen durch wenige Versuche, sondern sie besteht in der Durchführung einer Idee durch das ganze Bereich der Erfahrung, in der Erkennung und Unterordnung aller Fälle, welche der Theorie angehören; und eine solche Begründung unternahm zuerst Lavoisier. Sein Ruhm in dieser Beziehung wird nicht im geringsten weder

dadurch geschmälert, daß schon Andere ähnliche Ansichten für Einzelnheiten früher vorgebracht hatten, noch dadurch, daß viele für die Durchführung seiner Theorie nöthigen Versuche und Entdeckungen schon von Früheren oder Gleichzeitigen gemacht wurden und ihm zu Gebote standen oder zu Hülfe kamen; denn sein Verdienst besteht nicht in einer einzelnen Entdeckung, sondern in der Zusammenfassung einer unendlichen Menge von Thatsachen in Eine Theorie. Mancher seiner Vorgänger mochte vielleicht schon für isolirte Fälle eine der seinigen ähnliche Idee haben, aber das Genie eines Lavoisier war nöthig, um die richtigere Ansicht über alle Verbrennungserscheinungen, und was damit in Verbindung steht, nicht nur zu erfassen, sondern auch in der Wissenschaft geltend zu machen.

Lavoisier. Arbeiten zur Begründung der antiphlogistischen Theorie.

Seine Arbeiten für die Reform der Verbrennungstheorie begann Lavoisier 1772, wo er bei der Akademie eine Note deponirte, die in der ersten Hälfte des folgenden Jahres eröffnet und bekannt wurde. Er gab hier an, daß bei der Verkalkung von Metallen ebenso wie bei der Verbrennung von Phosphor und Schwefel eine Gewichtszunahme stattfindet, daß diese von der Absorption einer großen Menge Luft herrührt, und daß bei der Reduction von Metallkalken sich wieder Luft in großer Menge entwickelt.

Ueber die Luftabsorption bei der Verbrennung.

Später, 1774, gab Lavoisier genauer einige Versuche an, aus welchen diese Behauptungen abgeleitet sind. Diese Versuche sind der Form nach dieselben, wie sie schon Boyle (Seite 166) angestellt hatte. In eine Retorte wurde Zinn gefüllt, die Oeffnung derselben hermetisch verschlossen und das Ganze gewogen. Bei dem Erhitzen schmolz das Zinn und oxydirte sich; das Gewicht des Apparats blieb hierbei unverändert. Aber bei dem Oeffnen der Retorte drang Luft ein, und nun wog der Apparat mehr als zuvor; der Ueberschuß an Gewicht zeigte an, wie viel Luft bei dem Oeffnen eingedrungen war, und es ergab sich weiter, daß das Gewicht des Zinns bei dem Verkalken genau um denselben Ueberschuß zugenommen hatte. Die Luft also, welche nach beendigter Operation und beim Oeffnen des Apparats eindrang, wog gerade so viel als die Luft, welche sich bei dem Verkalken des Zinns mit diesem verbunden hatte. — Die Versuche bewiesen somit klar, daß das Zinn bei dem Verkalken eine Gewichtszunahme erleidet, welche nur von absorbirter Luft abzuleiten ist, da die Gewichtszunahme des Zinns gerade so viel beträgt, als die absorbirte Luft für sich wiegt.

Bis hierher findet sich in Lavoisier's Arbeiten, welche jedoch offenbar zeigen, daß er damals schon die Grundzüge seiner Theorie klar vor Au-

Ueber den Sauerstoff als Bedingung der Verbrennung.

Lavoisier. Ueber den Sauerstoff als Bedingung der Verbrennung.

gen hatte, keine Erwähnung eines besondern Theils der Luft, welcher ausschließlich die Verkalkung hervorbringt, mit Einem Worte, noch keine Kenntniß des Sauerstoffs. Aber in demselben Jahre 1774 wurde Lavoisier von Priestley, bei dem Aufenthalt des Letztern in Paris, mit dem von diesem kurz zuvor entdeckten Sauerstoffgas bekannt gemacht, und diese Entdeckung wurde in Lavoisier's Händen sogleich fruchtbar. Im Jahr 1775 erschien ein Aufsatz von ihm über den Bestandtheil, welcher sich mit den Metallen während ihrer Verkalkung vereinigt und ihr Gewicht vermehrt, und hier findet sich das Sauerstoffgas in seiner Bedeutsamkeit für die Chemie zuerst gehörig gewürdigt. Lavoisier suchte hier zu zeigen, daß das Sauerstoffgas zur Verkalkung unerläßlich ist, und daß es die Verbrennung überhaupt in einer Art begünstigt, welche es als eine nothwendige Bedingung des Verbrennungsprocesses erkennen läßt. Er stellte das Sauerstoffgas durch Erhitzen von Quecksilberoxyd dar, gerade wie es Priestley gethan hatte, und dieses Verfahren zeigte zugleich die Zusammensetzung des Quecksilberkalks durch einfache Zerlegung desselben, und ließ einen Schluß auf die analoge Zusammensetzung aller anderen Metallkalke ziehen. — Lavoisier zeigte außerdem in dieser Abhandlung, daß die fixe Luft (die Kohlensäure) eine Verbindung von Kohle mit Sauerstoff sei, da bei dem Erhitzen von Kohle mit Metallkalk regulinisches Metall zurückbleibt, und fixe Luft entweicht, die also aus Kohle mit dem andern Bestandtheile des Metallkalks besteht; er sprach außerdem auch aus, daß dieser Bestandtheil in dem Salpeter enthalten ist, da dieser durch Erhitzen mit Kohle fixe Luft abgiebt.

Auch hier ist zu bemerken, daß Lavoisier bei der Beschreibung seiner Versuche die Entdeckung des Sauerstoffgases als eine ihm eigenthümliche erscheinen läßt. Priestley's und seiner Mittheilung an Lavoisier wird mit keiner Sylbe erwähnt, und später gestand selbst Lavoisier dem englischen Chemiker nur die Gleichzeitigkeit der Entdeckung zu (vergl. die specielle Geschichte des Sauerstoffs).

In Verbindung mit der eben erwähnten Ansicht Lavoisier's über die Zusammensetzung der fixen Luft stehen die Versuche, welche er 1775 und 1776 über die Verbrennlichkeit des Diamants anstellte. Die früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand übergehe ich hier; Lavoisier constatirte es zuerst, daß der Diamant zu seiner Verbrennung nothwendig des Zutritts von Luft bedarf, daß er sich also nicht etwa durch starke Hitze nur verflüchtigt, sondern wirklich verbrennt. Um zu

erfahren, welche Producte hierbei gebildet werden, verbrannte er Diamanten in dem Innern von großen Glasgefäßen, die mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gefüllt waren, und worin die Entzündung mittelst eines großen Brennglases bewirkt wurde. Es zeigte sich, daß bei der Verbrennung nichts weiter gebildet wird als fixe Luft, und daß ganz dasselbe geschieht, wenn man statt des Diamants Holzkohle zu diesem Versuche anwendet.

Lavoisier. Ueber den Sauerstoff als Bedingung der Verbrennung.

In noch näherer Verbindung zu seiner Verbrennungstheorie stand eine andere Arbeit von Lavoisier, welche 1777 publicirt wurde, und über die Verbrennung des Phosphors und die Eigenschaften der Phosphorsäure handelte. Er zeigte hier nochmals, daß die Verbrennung des Phosphors mit einer Gewichtszunahme und einer Luftabsorption verbunden ist, und außerdem, daß wenn die Operation in einem abgeschlossenen Volum atmosphärischer Luft vorgenommen wird, nur ein Fünftheil dieser Luft zur Verbrennung tauglich ist und verschwindet, während vier Fünftheile eines besondern Gases zurückbleiben, welche weder das Verbrennen noch das Athmen unterhalten können. Er suchte so zu beweisen. daß die atmosphärische Luft ein Gemisch aus zwei verschiedenen Gasen ist. — Auch die chemischen Eigenschaften der so gebildeten Phosphorsäure und ihrer Salze untersuchte Lavoisier; von seinen Resultaten darüber etwas mitzutheilen, scheint indeß hier um so weniger nöthig, als sie nur beiläufig angeführt, auch im Ganzen unvollkommen und hin und wieder sehr ungenau sind.

In demselben Jahre publicirte Lavoisier noch eine andere Abhandlung, worin er seine Verbrennungstheorie auch auf solche Fälle anwendete, wo verbrennende Körper sich nicht allein mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, sondern wo zugleich gasförmige Producte sich entwickeln. Diese Abhandlung beschäftigte sich nämlich mit den Erscheinungen, welche bei dem Verbrennen von Kerzen, also von organischen Substanzen vor sich gehen. Lavoisier zeigte, daß bei der Verbrennung solcher Körper Sauerstoff verzehrt wird und daß sich an seiner Stelle fixe Luft bildet; daß wenn die Verbrennung in atmosphärischer Luft vorgenommen wird, nur ein Theil von dieser sich in fixe Luft verwandelt, und der andere Bestandtheil der Luft, der Stickstoff, unverändert bleibt, während bei der Verbrennung in Sauerstoffgas das ganze rückständige Gas fixe Luft ist Er schloß hieraus abermals, daß es nur der reinere Bestandtheil der Luft, der Sauerstoff, ist, welcher die Verbrennung unterhält, und daß der Stickstoff sich ganz indifferent dabei verhält.

Lavoisier. Ueber den Sauerstoff als Bestandtheil der Säuren.

Lavoisier hatte also bis hierher gezeigt, daß das Sauerstoffgas zur Verbrennung nothwendig ist, und bei seiner Vereinigung mit einigen Substanzen, wie Phosphor, Säuren, bei seiner Vereinigung mit Metallen Kalke bildet. Er suchte nun, gleichfalls noch 1777, die Beweise zu vermehren, daß der Sauerstoff in den Säuren überhaupt enthalten ist, und studirte namentlich zu dem Ende die Zusammensetzung der Schwefelsäure. — Bekannt war, daß durch Verbrennung des Schwefels die jetzt so genannte schweflige Säure sich bildet, und für Lavoisier also auch, daß diese aus Schwefel und Sauerstoff besteht; bekannt war ferner, schon durch Priestley's Entdeckung, daß schweflige Säure auch hervorgebracht werden kann durch Erhitzung von Schwefelsäure mit Quecksilber. Lavoisier benutzte diese Data, um die Zusammensetzung der Schwefelsäure zu bestimmen; er erkannte, daß die Bildung der schwefligen Säure in Priestley's Versuche darauf beruht, daß die Schwefelsäure einen Theil ihres Sauerstoffs an das Quecksilber abtritt; er bewies dies dadurch, daß er Schwefelsäure mit Quecksilber stark erhitzte, bis alles Quecksilber am Ende des Versuchs wieder in den metallischen Zustand zurückgekehrt war; im Anfang ging schweflige Säure über, zuletzt Sauerstoff. So hatte er die Schwefelsäure direct in ihre Bestandtheile, Sauerstoff und schweflige Säure, zerlegt, und da die Zusammensetzung der letztern bekannt war, so war auch die der Schwefelsäure gefunden, welche sich hiernach von der schwefligen nur durch einen größern Gehalt an Sauerstoff unterscheidet. — Die Entdeckung über die Zusammensetzung der Schwefelsäure befähigte Lavoisier nun auch, eine Erklärung über die Umwandlung geben zu können, welche der Eisenkies (Schwefeleisen) an der Luft erleidet. Eine Abhandlung darüber publicirte er gleichfalls 1777, und zeigte, daß die Umwandlung auf einer Absorption von Sauerstoff beruht, durch welchen der Schwefel zu Schwefelsäure und das Eisen oxydirt wird, wo alsdann ein Salz entstehen muß.

Wenn Lavoisier'n die Ehre ganz gebührt, die Zusammensetzung der Schwefelsäure zuerst richtig erkannt zu haben, so theilt er hingegen die, was die Zusammensetzung der Verbindungen von Stickstoff und Sauerstoff angeht, mit Cavendish. Schon 1776 hatte Lavoisier bewiesen, daß die Salpetersäure Salpetergas und Sauerstoff als Bestandtheile einschließt; er zeigte dies ähnlich wie bei seiner Untersuchung der Schwefelsäure, durch Erhitzen der Salpetersäure mit Quecksilber, wo er Salpetergas und im letzten Stadium der Operation Sauerstoff erhielt. Bei dieser Untersuchung

aber ließ er unentschieden, als was das Salpetergas eigentlich anzusehen sei, nur der Gehalt der Salpetersäure an Sauerstoff war festgestellt. Cavendish's Entdeckung über die Bildung dieser Säure aus Stickstoff und Sauerstoff setzte Alles in's Klare; Salpetergas und Salpetersäure wurden nun als Verbindungen von Stickstoff mit Sauerstoff in verschiedenen Verhältnissen erkannt, und durch Priestley's Entdeckung, daß Salpetergas mit Sauerstoff sich zu einem eigenthümlichen Körper condensirt, war auch die untersalpetrige Säure als hierher gehörig erwiesen.

Lavoisier. Ueber den Sauerstoff als Bestandtheil der Säuren.

Schon vor dieser Entdeckung Cavendish's war durch Lavoisier's Bemühungen in den wichtigsten Säuren, der Kohlen-, der Schwefel-, der Phosphor- und der Salpetersäure, Sauerstoff als Bestandtheil erkannt; es schien bewiesen, daß es der diesen Körpern gemeinsame Bestandtheil, der Sauerstoff, sei, welchem sie ihre gemeinsame saure Eigenschaft verdanken. Dies sprach Lavoisier in einer Abhandlung über die Natur der Säuren 1778 aus, wo er ihn zuerst für das acidificirende Princip erklärte. — Die weitere Untersuchung der Säuren leitete ihn zu neuen Resultaten; 1780 zeigte er die Umwandlung des Phosphors in Phosphorsäure durch Hülfe der Salpetersäure; 1781 publicirte er eine quantitative Analyse der fixen Luft, bei welcher schwierigen Bestimmung er durch große Annäherung an die richtigen Zahlen wieder seine Geschicklichkeit im Experimentiren beurkundete. Bei Gelegenheit dieser letztern Arbeit schlug Lavoisier zuerst Neuerungen in der Nomenclatur vor, um seine Ansichten besser zu verdeutlichen; mit Rücksicht auf den Antheil, welchen er dem bisher als Lebens- oder reiner Luft unterschiedenem Gas an der Säureerzeugung zuschrieb, nannte er dies Oxygen, und für die fixe Luft, oder Kreidesäure, wie er sie auch bezeichnet hatte, führte er die Bezeichnung Kohlensäure ein.

Ueber den Sauerstoffgehalt der Oxyde.

Von der Untersuchung der Säuren wandte sich nun Lavoisier wieder zu der der Oxyde; dahin gehört eine Arbeit von ihm, welche in den Memoiren der Akademie für 1782 bekannt gemacht wurde und über den Gehalt der verschiedenen Oxyde an Sauerstoff handelt. Bergman hatte die Fällung eines Metalls aus seiner Auflösung durch ein anderes zu der Bestimmung des relativen Gehalts der Metalle an Phlogiston zu benutzen gesucht; Lavoisier erkannte, daß dieselben Versuche zur Bestimmung des relativen Sauerstoffgehalts der Oxyde dienen können, indem das fällende Metall bei seiner Auflösung sich mit der Menge Sauerstoff vereinigt, welche mit dem bisher gelös'ten Metalle zu Oxyd verbunden war; die Menge des

Lavoisier. Ueber den Sauerstoffgehalt der Oxyde.

gefällten Metalls und die des zur Fällung dienenden müssen sich mit gleich viel Sauerstoff zu Oxyd vereinigen. Die Resultate auch dieser Berechnung mußten indeß wegen der schon bei Bergman besprochnen Ungenauigkeit der Versuche nothwendig sehr fehlerhaft sein. — In einer andern Abhandlung von demselben Jahre suchte er die quantitative Zusammensetzung des oxydirten Eisens noch in anderer Weise, durch Verbrennung des Metalls in Sauerstoffgas, zu bestimmen, allein auch hier ist das Resultat kein scharfes, da er nicht beachtete, daß sich das Eisen in mehrfachen Verhältnissen mit dem Sauerstoff verbindet und die Verbrennung nicht immer dieselbe Verbindung giebt. — Noch eine Arbeit über die Oxyde erschien von Lavoisier 1782, eine Verwandtschaftstabelle der Metalle zum Sauerstoff; auch hierfür waren die seiner Zeit vorliegenden Kenntnisse nicht genau und umfassend genug, daß seine Folgerungen noch beachtenswerth seien.

Ueber die Zusammensetzung des Wassers.

Eine Schwierigkeit für die Erklärung der Auflösung von Metallen in Säuren nach Lavoisier's Theorie war bisher von diesem noch unbeseitigt geblieben, nämlich woher die Metalle hierbei den Sauerstoff erhalten, um sich damit verbunden in der Säure lösen zu können, und woher der Wasserstoff stammt, der sich dabei entwickelt. Nach der Ansicht der letzten Vertreter der Phlogistontheorie waren diese Erscheinungen leicht zu erklären; Metallkalk und mit Wasserstoff identisches Phlogiston waren nach ihnen die Bestandtheile der Metalle; bei der Einwirkung der Säure entweicht nach ihrer Meinung der Wasserstoff, wie die fixe Luft aus milden Alkalien durch Säuren entwickelt wird. Lavoisier wußte wohl, daß diese Erklärung nicht die richtige sein kann, weil der Metallkalk schwerer wiegt als das aus ihm zu erhaltende Metall, allein er bemühte sich auch lange vergebens, die Quelle des Wasserstoffgases nachzuweisen. Da benachrichtigte ihn 1783 der Engländer Blagden von Cavendish's Entdeckung, daß aus der Verbrennung des Wasserstoffgases die Bildung von Wasser resultire. Für Lavoisier, welchem jede Verbrennung nichts anderes, als Vereinigung mit Sauerstoff war, wurde diese Nachricht zum Schlüssel der Erklärung für alle Erscheinungen, die bei der Auflösung von Metallen in Säuren stattfinden; er erkannte sogleich, daß das Wasser eine Zusammensetzung von Wasserstoff und Sauerstoff sein muß, daß bei der Lösung der Metalle in Säuren eine Zersetzung des Wassers vorgeht, dessen Sauerstoff sich mit dem Metall verbindet, während das Wasserstoffgas entweicht. Er wiederholte sogleich den Versuch, durch Verbrennen des Wasserstoffs in Sauerstoff Wasser künstlich

hervorzubringen, und bestimmte die Zusammensetzung desselben aus der Menge der verwendeten Gase sehr annähernd richtig. Nachdem er so die Constitution des Wassers auf synthetischem Wege nochmals constatirt hatte, versuchte er auch den Beweis dafür auf dem analytischen zu führen, und mit gleichem Erfolge. Er zerlegte das Wasser dadurch, daß er den Dampf desselben über glühendes Eisen streichen ließ, mit welchem sich der Sauerstoff des Wassers verband, und der Wasserstoff konnte im freien Zustande nachgewiesen werden. — In Folge dieser Arbeiten sprach nun Lavoisier sogleich noch bestimmter aus, daß sich eine Säure nie mit einem Metall, sondern nur mit dem Oxyd desselben verbindet, daß bei der Auflösung eines Metalls in Säuren die Oxydation des erstern bald auf Kosten des Sauerstoffgehalts der Säure, bald des zugegen befindlichen Wassers vor sich geht.

Lavoisier. Ueber die Zusammensetzung des Wassers.

So stand um 1785 die Lavoisier'sche Theorie in ihren Grundzügen vollendet da; um diese Zeit auch erst begannen einzelne Chemiker sich seinen Ansichten anzuschließen und von der Phlogistontheorie abzugehen. Lavoisier's Bekämpfung dieser Theorie war eine um so sichrere, da er nicht von vornherein die Ungültigkeit derselben als Princip aufgestellt, sondern ganz selbstständig, ohne auf die anerkannte Ansicht irgend Rücksicht zu nehmen, nur aus den Erfahrungen seine Erklärungsweise construirt hatte. Erst nachdem diese einen sichern Halt gewonnen hatte, gebrauchte er sie zur Waffe, um die Phlogistontheorie zur stürzen. In mehreren Abhandlungen hat Lavoisier diesen Kampf über die richtige Art, die Verbrennung theoretisch aufzufassen, durchgeführt; es sind diese Abhandlungen immer als Resumés seiner bis dahin gemachten Untersuchungen zu betrachten, deren Resultate zur kritischen Prüfung der ältern Theorie verwendet werden. So publicirte er 1778 eine Abhandlung »über die Verbrennung« und 1783 eine »über das Phlogiston,« und zeigte in beiden, daß die Stahl'sche Lehre mit den Thatsachen und jeder consequenten Erklärungsweise im Widerspruche steht. — Von 1785 an gewannen seine Schlußfolgerungen allgemeinere Anerkennung, und die zunächst zu besprechenden bedeutenderen Chemiker traten um diese Zeit zu seiner Theorie über; ihr Beispiel fand bald Nachahmung, und in dem letzten Jahrzehend des vorigen Jahrhunderts kann Lavoisier's antiphlogistische Theorie bereits als die im Allgemeinen herrschende angesehen werden.

Widerlegung der Phlogistontheorie.

Als für die Chemie höchst wichtig müssen hier noch Lavoisier's Untersuchungen über die Zusammensetzung der organischen Körper angeführt

Ueber die Zusammensetzung organischer Substanzen.

Lavoisier. Ueber die Zusammensetzung organischer Körper.

werden; es waren diese die Resultate seiner richtigen Ansicht über die Verbrennung; sie legten den Grund zu der noch heute befolgten Methode, die Zusammensetzung derartiger Substanzen zu ermitteln. Schon 1777, wie oben angeführt wurde, hatte Lavoisier die Bildung von Kohlensäure bei der Verbrennung organischer Körper erklärt; das statthabende Erscheinen von Wasser erklärte sich, nachdem die Zusammensetzung und Bildung dieses Körpers erkannt war; Lavoisier zeigte weiter, daß bei vollständiger Verbrennung von Alkohol, Oel, Wachs u. s. w. sich nur Kohlensäure und Wasser bilden, und daß somit Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff die alleinigen Bestandtheile solcher Körper sein können. Er führte mehrere Analysen aus, durch Verbrennen in Sauerstoffgas und Ermittlung des gebildeten Wassers und kohlensauren Gases; aus der bekannten Zusammensetzung dieser beiden Stoffe konnte er den Gehalt der verbrannten organischen Substanz an Kohle und an Wasserstoff berechnen. Somit ist seine Art der Analyse organischer Körper dem Princip nach noch ganz die jetzt angewandte, wenn gleich seine Zahlenresultate sehr ungenau waren und bald durch bessere ersetzt wurden.

Physikalische Arbeiten.

Lavoisier hat noch eine Menge anderer Arbeiten angestellt, unter welchen hauptsächlich die auf Physik und chemische Physiologie Bezug habenden sich auszeichnen. Die ersteren mögen hier nur kurz angeführt werden; seine Untersuchungen über latente Wärme (1772) und über die Dämpfe und Gase als Verbindungen von Flüssigkeiten mit Wärmestoff (1777 und 1780) trugen wesentlich zur Verbreitung richtigerer Ansichten bei, wenn gleich eigentlich hier nur die Ansichten von Black aufgestellt und vertheidigt werden. Die Arbeiten, welche Lavoisier gemeinschaftlich mit La Place ausführte, gehören noch mehr der eigentlichen Physik an; so die Untersuchungen über die specifische Wärme verschiedener Substanzen (1780), über Elektricitätserzeugung durch Verdampfung (1781), und über die Ausdehnung verschiedener Körper durch die Wärme, welche letztere Forschungen zu Lavoisier's Lebzeiten nicht mehr publicirt wurden, während der Revolution lange unbeachtet blieben und erst später durch Biot zur öffentlichen Kenntniß gebracht wurden.

Physiologische Arbeiten.

Die physiologische Chemie hat Lavoisier mit seinen ausgezeichneten Forschungen über Respiration und Perspiration bereichert. In seiner Arbeit über den Athmungsproceß (1777) zeigte er, daß der Sauerstoff der einzige

Bestandtheil der Atmosphäre ist, welcher das Athmen unterhält, und daß er sich hierbei in Kohlensäure umwandelt; daß also der Athmungsproceß der Verbrennung organischer Substanzen vollkommen analog ist, und folglich auch als Wärmequelle angesehen werden kann. Ebenso wichtig für die Erkenntniß der vitalen Functionen waren die Untersuchungen, welche Lavoisier gemeinschaftlich mit Seguin über die Ausdünstung anstellte. — Bei allen diesen schwierigen Arbeiten gelang es ihm nicht nur, die Erscheinungen ihrem qualitativen Wesen nach richtig zu erkennen, sondern er bestimmte auch die Größenverhältnisse, welche dabei in Betracht kommen, mit einer Genauigkeit, daß seine Angaben neben den von späteren Beobachtern erlangten Resultaten immer noch die Grundlage der Betrachtung über diese Verrichtungen des Organismus bilden.

Lavoisier. Physiologische Arbeiten.

Ich verschiebe viele andere, weniger wichtige Arbeiten Lavoisier's bis zur historischen Betrachtung der Gegenstände, auf welche sie Bezug haben. Das hier Mitgetheilte genügt, um den unermeßlichen Einfluß, welchen er auf die Chemie ausgeübt hat, würdigen zu lassen; es genügt, um ihn als den Chemiker zu charakterisiren, der zuerst den chemischen Untersuchungen eine neue Richtung, die quantitative, mitzutheilen und nützlich zu machen wußte, der in der Auswahl und der Ausführung der entscheidendsten Versuche ebenso geschickt als in der Ableitung der Folgerungen scharfsinnig war; der allen einzelnen Thatsachen durch Betrachtung unter allgemeineren Gesichtspunkten erhöhte Wichtigkeit abzugewinnen, und dem ganzen Zustand der Chemie eine andere Gestaltung zu geben wußte. Die Möglichkeit so viel zu leisten, verdankte er großentheils den Vorarbeiten seiner Vorgänger, welche die Chemie für eine derartige Behandlung fähig gemacht hatten, aber besonders auch seiner Geschicklichkeit, seiner Ausdauer, seinem Genie, welches, ohne jemals ihn zu Nichtbeachtung wichtiger Umstände zu veranlassen, doch auch stets über die kleinen Zufälligkeiten, welche große Gesetze nicht immer sogleich in ihrer Reinheit erblicken lassen, zu einer umfassenderen Anschauungsweise erhob. Kein Chemiker hat die Summe von Kenntnissen, welche ihm zugekommen war, so vermehrt, keiner die Wissenschaft, wie sie ihm seine Vorgänger vorgearbeitet hatten, mit einer so veredelten und ausgedehnten Richtung befruchtet an seine Nachfolger überliefert, als Lavoisier; und die Ansichten keines Chemikers der neuern Zeit haben so lange unbestritten in der Wissenschaft geherrscht, und sind größtentheils

Einfluß auf die Chemie.

Lavoisier. Einfluß auf die Chemie.

noch angenommen, wie die Lavoisier's. Die Ausbildung der Ansichten, welche er in die Wissenschaft einführte, beschäftigte die Mehrzahl der Chemiker lange Zeit nach ihm, und die hauptsächlichsten, welche uns noch vielleicht als zu Lavoisier's Zeitalter gehörig der Nachwelt erscheinen lassen, sind noch großentheils die angenommenen.

Schriften.

Die Beschreibung seiner Versuche und die theoretischen Folgerungen, die er daraus zog, legte Lavoisier hauptsächlich in den Memoiren der Pariser Akademie nieder, welche für die Jahre 1768—1787 über sechzig Abhandlungen von ihm erhalten. Es darf hier die Bemerkung nicht unterlassen werden, daß aus dieser Zeit auf das Datum eine Abhandlung nicht aus der Jahrszahl geschlossen werden kann, welche für den betreffenden Band der Memoiren angegeben ist. In jener Zeit erschienen die Schriften der Akademie fast immer um etwa drei Jahre später, als wofür ihr Titel lautete; so wurden die Memoiren für 1769 erst 1772 gedruckt, und die für 1782, welche Lavoisier's Untersuchungen über die Zusammensetzung der Oxyde enthielten, wurden erst 1785 publicirt. Verwirrung entsteht nun dadurch, daß in den Schriften für ein bestimmtes Jahr auch Arbeiten aus den nächstfolgenden Jahren aufgenommen sind, daß sich hier eine Art von Zurückdatirung findet, welche manchmal große Widersprüche einschließt. Die Memoiren für 1772 (1776 publicirt) enthalten z. B. Versuche über die Verbrennung des Diamants in Sauerstoffgas; aber das Sauerstoffgas wurde erst 1774 entdeckt, wie denn auch jene Versuche 1775 und 1776 angestellt sind. So enthalten auch die Memoiren für 1781 Versuche über die Zusammensetzung des Wassers, welche 1783 angestellt und erst 1784 der Akademie vorgelegt wurden. Ich habe für die wichtigeren Entdeckungen, wo das Datum von Interesse ist, die aus anderen Umständen zu ermittelnde wahre Zeit ihres Ursprungs oben mitgetheilt; für die anderen Arbeiten sind die Angaben der Entstehung die von den Memoiren angezeigten.

Außer diesen Abhandlungen in den Memoiren der Akademie veröffentlichte Lavoisier noch mehrere kleinere in dem Journal de Physique, in den Denkschriften der Pariser Academie de médécine und besonders in den Annales de chimie. Lavoisier selbst hatte die Absicht, seine chemischen Aufsätze zu sammeln, und war damit zur Zeit seines Todes beschäftigt. Zwei Bände dieser Mémoires de chimie wurden 1805 veröffentlicht; sie

enthalten neben meist schon sonst bekannten Abhandlungen auch einige Originalzusätze und spätere Anmerkungen. — Einer vollständigen Sammlung seiner chemischen Abhandlungen, welche Dumas herausgeben will, sieht man seit mehreren Jahren entgegen; in Deutschland wurde bereits 1784—1795 eine derartige Sammlung unternommen, unter dem Titel: Lavoisier's physikalisch-chemische Schriften (5 Bde. mit Einschluß der Uebersetzung der gleich zu erwähnenden Opuscules). Lavoisier. Schriften.

Von selbstständigen größeren Werken publicirte er 1774 seine Opuscules physiques et chymiques, worin er neben einer ausführlichen Geschichte der Ansichten über die Gase zugleich die Grundzüge seiner Ansichten über die Verbrennung mittheilte. Vollständiger entwickelte Lavoisier seine Theorie in dem Traité élémentaire de chymie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes, welcher 1789 erschien; mit der Ausarbeitung einer neuen Auflage war er beschäftigt, als er der Wissenschaft entrissen wurde. Das letztere Werk, welches mit einer vorher noch nie gekannten Consequenz die wichtigsten chemischen Thatsachen leicht faßlich geordnet darbot, verbreitete sich sehr schnell; englische und deutsche Uebersetzungen und Auszüge trugen dazu bei, den Wirkungskreis dieses ersten Lehrbuchs der antiphlogistischen Theorie noch zu vergrößern.

Wir beabsichtigen hier nicht, die Anerkennung der Lavoisier'schen Lehre speciell zu verfolgen; welchen Widerstand ihr einige der bedeutendsten Chemiker jener Zeit in den Weg legten, sahen wir bereits bei den am Ende der vorigen Periode betrachteten Gelehrten; hartnäckig suchten die Vertheidiger der Phlogistontheorie die Wahrheit derselben zu verfechten, bis um 1790 etwa die Unhaltbarkeit derselben doch so allgemein eingesehen wurde, daß von dieser Zeit an Lavoisier's Lehre als die herrschende betrachtet werden mag. Die specielle Geschichte der Verbrennung scheint mir eine bessere Gelegenheit abzugeben, den Uebertritt der einzelnen bisher noch an Stahl's Ansicht festhängenden Gelehrten zu der neuen Theorie genauer zu besprechen, und ebenso die Versuche anzuführen, welche man behufs einer Vermittelung der neuen Verbrennungstheorie mit der alten machte; ich übergehe diese hier, da wir uns in diesem Theil vorzugsweise mit den allgemeinen Richtungen, welche durch die ausgezeichneteren Chemiker der Wissenschaft mitgetheilt wurden, zu beschäftigen haben, und wir wenden uns zunächst dazu, den Antheil zu besprechen, welchen die auf Lavoisier zunächst

folgenden französischen Chemiker an der Ausbildung unsers Zeitalters haben.

Aufnahme der antiphlogistischen Theorie in Frankreich.

Nachdem der Begründer des antiphlogistischen Systems bis 1785 der alleinige Verfechter desselben gewesen war, traten ihm zu dieser Zeit andere Gelehrte seines Landes bei; die phlogistische Theorie war nach Lavoisier's gründlicher Widerlegung unmöglich länger mit einiger Aussicht auf Erfolg zu vertheidigen, andererseits lockte auch der Ruhm, an der Ausbreitung einer die Chemie ganz reformirenden Lehre betheiligt zu sein. Als diejenigen Chemiker Frankreichs, welche hauptsächlich für die Verbreitung der antiphlogistischen Theorie thätig waren, haben wir Berthollet, Guyton de Morveau und Fourcroy hervorzuheben; sie schlossen sich eng an Lavoisier's Ansichten an; gemeinschaftlich mit diesem begründeten sie 1789 die Annales de Chimie als Organ der neuen Lehre, und als ein Gegengewicht gegen das Journal de Physique, dessen Tendenz Bekämpfung der Neuerungen und Vertheidigung der Phlogistontheorie war. Die Annales de Chimie blieben auch der Vereinigungspunkt der französischen Chemiker während der Zeit, wo die bisher bestandenen Centralinstitute der Wissenschaft in den Stürmen der Revolution untergingen. 1789 erschien zum letzten Mal ein Jahrgang der Memoiren der Pariser Akademie (die Abhandlungen von 1787 enthaltend); 1793 wurde diese Anstalt, wie alle ähnlichen wissenschaftlichen Einrichtungen Frankreichs, aufgehoben. An ihre Stelle trat 1795 das Nationalinstitut, und der Ruhm der französischen Akademie trug sich auch auf diese neue Anstalt über; ausgezeichnete Chemiker vertraten stets unsere Wissenschaft in demselben, von der Einrichtung des Instituts an, und auch in den späteren Zeiten, wo es von Napoleon 1802 erweitert und neu organisirt wurde, und von Ludwig XVIII. 1816 seine jetzige, der vor der Revolution bestandenen sich wieder mehr nähernde, Einrichtung erhielt.

In der allgemeinen Charakteristik dieses Zeitalters habe ich bereits mitgetheilt, wie das Studium der Naturwissenschaften, weit entfernt, durch die innere Zerrüttung der gesellschaftlichen Verhältnisse in Frankreich während der Revolution gehemmt zu sein, sich vielmehr erweiterte und immer lebhaftere Beachtung fand. Die Gelehrten, welche damals in Frankreich unsere Wissenschaft repräsentirten, und durch ihre Kenntnisse ihrem Lande und der Chemie selbst gleich große Dienste erwiesen, sind ungetheilt Anhänger des antiphlogistischen Systems, wenn sie gleich demselben

zum Theil erst später beigetreten sind; ihre Stellung als die der berühmtesten Chemiker, als der Lehrer der Scheidekunst an den wichtigsten Unterrichtsanstalten Frankreichs, trägt besonders dazu bei, Lavoisier's Ansichten in Frankreich zur allgemeinen Anerkennung zu bringen. Aufnahme der antiphlogistischen Theorie in Frankreich.

Die antiphlogistische Theorie wurde in diesem Lande vorzüglich noch dadurch zu der allgemein angenommenen, daß einige der Vertreter derselben sie mit Erfolg zur Nationalsache zu machen suchten. Bei der politischen Spannung zwischen Frankreich und dem Auslande, welche noch zu Lavoisier's Lebzeiten eintrat, erkannten einige seiner Anhänger kein besseres Mittel, der neuen Lehre und ihren eigenen Verdiensten um dieselbe Anerkennung zu verschaffen, als indem sie die Lavoisier'sche Theorie unter dem Namen der Chimie française, im Gegensatz zu den im Auslande herrschenden Ansichten, und sich selbst als die Repräsentanten der Chimie française hinstellten. Lavoisier selbst, dem durch diese Benennung ein Theil seines Ruhms entzogen zu werden schien, war mit diesem Erguß eines egoistischen Patriotismus seiner Anhänger wenig zufrieden und sprach sich offen dagegen aus; und in der That erscheint eine solche Uebertragung seiner Verdienste auf Andere höchst ungerecht, wenn man erwägt, wie lange Zeit nach der Publication der hauptsächlichsten Thatsachen, auf welchen seine Theorie fußt, er noch allein stand, wie spät erst einige seiner Landsleute sich ihm beigesellten.

Bei der Betrachtung der Zeitgenossen Lavoisier's, welche nach seinem Tode die Verbreitung seiner Ansichten hauptsächlich übernahmen und hier nähere Besprechung verdienen, wollen wir hinsichtlich der Reihenfolge weniger die chronologische Ordnung berücksichtigen, nach der sie sich der antiphlogistischen Theorie anschlossen, als vielmehr suchen, die Schilderung derselben nach ihren allgemeinen Richtungen zu verknüpfen. Mit der veränderten Richtung des neuen Zeitalters, mit der veränderten Untersuchungsmethode wird auch die ganze Ausdrucksweise der Wissenschaft eine andere; eine veränderte Nomenclatur wird eingeführt, deren allgemeine Aufnahme mit der Anerkennung der antiphlogistischen Theorie im engsten Zusammenhange steht. In Beziehung auf die antiphlogistische Nomenclatur wollen wir hier einen der darum vorzüglich verdienten Zeitgenossen Lavoisier's betrachten, Guyton de Morveau, der auch durch noch andere zahlreiche Arbeiten hier eine besondere Besprechung fordert. Guyton de Morveau.

Louis Bernard Guyton de Morveau war 1737 zu Dijon Leben

Guyton de Morveau. Leben.

geboren, wo sein Vater als Professor der Jurisprudenz an der dortigen Universität lebte. Der junge de Morveau widmete sich gleichfalls dem Studium der Rechte; er begann es 1753 zu Dijon und setzte es von 1756 an zu Paris fort. Aber nicht die Rechtsgelehrsamkeit allein beschäftigte ihn zu jener Zeit; die schöne Literatur zog ihn gleichfalls sehr an, und mit Glück versuchte er sich in mehreren größeren Gedichten, unter welchen namentlich einige satyrische für sehr gelungen gehalten wurden. — Schon in seinem dreiundzwanzigsten Jahr, 1760, wurde er Generaladvocat bei dem Parlament zu Dijon; auch hier noch widmete er seine Nebenstunden belletristischen Versuchen, und in Bezug auf diese wurde 1764 zum Ehrenmitglied der Dijoner Akademie ernannt. Ein eigenthümlicher Anlaß leitete ihn nun zu dem Studium der Chemie; er erlaubte sich in einer der Sitzungen der Akademie, der hauptsächlichsten chemischen Notabilität zu Dijon, dem Dr. Chardenon, über eine von diesem eben vorgetragene Ansicht kritische Bemerkungen zu machen, welche dieser etwas hochfahrend, als von einem unwissenden Laien in der Chemie herrührend, zurückwies. Morveau nahm sich vor, seine Competenz auch zu naturwissenschaftlichen Urtheilen an den Tag zu legen; mit Eifer warf er sich auf das Studium der Chemie, und hatte es bald durch fleißiges Lesen und Experimentiren so weit gebracht, daß ihn sein Gegner wohl als vollkommen zu kritischen Bemerkungen befähigt anerkennen mußte. Von nun an blieb die Chemie stets für Morveau eine eifrig gepflegte Beschäftigung, ohne daß er jedoch seinen Berufsgeschäften dadurch entfremdet worden wäre. Kurz nach einander publicirte er rechtswissenschaftliche Schriften und selbstständige Arbeiten aus der Chemie, und die Anwendung seiner chemischen Kenntnisse, z. B. zur Desinficirung verdorbener Luft, zog ihm bald allgemeinere Aufmerksamkeit zu. Von 1776 an hielt er in Dijon Vorlesungen über Chemie, welche mit vielem Beifall aufgenommen wurden; um für diese Vorträge einen Leitfaden zu haben, gab er 1777 ein eigenes Lehrbuch der Chemie heraus. Auch mit der Mineralogie hatte er sich inzwischen beschäftigt, und mehrere damit in Bezug stehende technische Untersuchungen sehr gelungen vollendet. Um seine Kenntnisse überhaupt noch mehr in das praktische Leben überzuführen, gründete er auch großartige Unternehmungen zur Herstellung chemischer Präparate; so versuchte er 1778 eine Salpetermanufactur ganz nach rationellen Ansichten einzurichten, und 1783 verband er damit die erste Sodafabrik, welche in Frankreich errichtet wurde. Sein Ruf als geschickter Chemiker hatte sich indeß

schon 1779 so fest begründet, daß der Unternehmer der großen Encyclopédie méthodique, Pankouke, ihn zur Ausarbeitung des chemischen Theils dieses berühmten Werkes aufforderte; Morveau nahm das Anerbieten an, aber er fühlte bald, daß er seinen naturwissenschaftlichen Bestrebungen nicht genügen könne, wenn er zugleich noch seinen Berufsgeschäften als Generaladvocat nachkommen wollte; er entschloß sich 1783, die Jurisprudenz gänzlich aufzugeben. — Im Jahre 1786 wurde er beständiger Secretär der Dijoner Akademie, und kam nun mit den Chemikern der Pariser Akademie in nähere Berührung. Bis zu dieser Zeit hatte Morveau stets die phlogistische Theorie noch standhaft vertheidigt und Lavoisier's Neuerungen bekämpft; sein Ansehen als Chemiker war bereits so hoch gestiegen, daß seine Stimme für die Anerkennung der einen oder der andern Ansicht nicht unbedeutend in's Gewicht fiel. Lavoisier'n mußte daran gelegen sein, daß Morveau von der Richtigkeit der antiphlogistischen Theorie überzeugt werde; andererseits wünschte Morveau eine Uebereinstimmung mit den Pariser Chemikern, um seine schon damals gemachten Vorschläge zu einer neuen chemischen Nomenclatur durch diese unterstützt zu sehen. Es führten diese Verhältnisse zu mehrfachen Besprechungen Morveau's mit Lavoisier zu Paris und Dijon, und der erstere wurde nun bald von der Naturgemäßheit der Theorie des letztern überzeugt und trat zu dieser über. Die Anhänger des antiphlogistischen Systems zu Paris wünschten in Morveau eine neue Stütze für ihre Ansicht zu Paris zu haben, aber ein Versuch, ihn 1789 als Mitglied in die Akademie zu bringen, scheiterte. Erst 1791 kam Morveau in die Hauptstadt, nicht als Akademiker, sondern als Mitglied der Nationalversammlung, wozu er von dem Departement der Côte d'or erwählt worden war. In dem Convent stimmte er 1793 mit für die Hinrichtung des Königs, und 1794 begleitete er das französische Heer in den Feldzug nach Belgien. Hier wurde er, der bereits 1784 eine Luftfahrt gewagt hatte, mit der Direction des Aërostaten beauftragt, von dessen Anwendung im Kriege sich die Franzosen damals große Vortheile versprachen, und in der Schlacht von Fleurus stieg er zur Beobachtung der feindlichen Armee damit auf. Nach seiner Zurückkunft nach Paris, noch in demselben Jahre, wurde er zum Professor an der École centrale des travaux publiques, welche bald darauf den Namen École polytechnique erhielt, ernannt, ohne jedoch damit aus seinem politischen Wirkungskreis auszuscheiden, denn 1795 wurde er in den Rath der Fünfhundert erwählt.

Guyton de Morveau. Leben.

Guyton de Morveau. Leben.

Er legte dieses und alle seine anderen Aemter, mit Ausnahme seiner Professur an der polytechnischen Schule, 1797 nieder; das Directoriat der letztern Anstalt versah er 1798 und 1799 an der Stelle Monge's, so lange dieser mit Napoleon in Aegypten war. Im Jahre 1799 wurde er zum Generaladministrator der Münze, 1800 zum Director der polytechnischen Schule ernannt; diesen Ehrenbezeugungen fügte Napoleon noch 1811 die Ernennung zum Baron hinzu. In dem letztern Jahre wurde ihm auch die Verpflichtung, Vorlesungen an der polytechnischen Schule zu halten, erlassen, und frei von allen Geschäften lebte er noch bis 1816, wo er zu Anfang dieses Jahres nach kurzem Unwohlsein starb.

Chemische Leistungen.

Von den zahlreichen Arbeiten Guyton's haben nur wenige einen so nachhaltigen Einfluß auf die Wissenschaft gehabt, daß ihre genauere Besprechung hier nöthig wäre; alle waren zur Zeit ihrer Bekanntmachung ausgezeichnete Hülfsmittel zur Förderung der Chemie, sowohl diejenigen, wo er die Resultate seiner eigenen Untersuchungen bekannt machte, als auch die Lehrbücher und übersichtlichen Schriften über einzelne chemische Gegenstände, wo er die Ansichten Anderer mit den Ergebnissen seiner eigenen Forschungen in vieler Klarheit und ausgezeichneter Vollständigkeit zusammenzustellen wußte. Ich werde die hierher bezüglichen Angaben unten bei Besprechung seiner literarischen Leistungen mittheilen; seine Experimentaluntersuchungen hier alle anzuführen, wäre ermüdend, da keine derselben einen großen Fortschritt der Chemie hervorrief, wenn sie auch alle vermehrte Kenntniß einzelner Gegenstände zur Folge hatten. Dahin gehören seine Untersuchungen von Gesundbrunnen; seine zahlreichen Mineralanalysen, von welchen ich hier nur die des Schwerspaths hervorhebe, aus welchem er die Baryterde auf die noch jetzt gebräuchliche Weise ausscheiden lehrte, für welche Substanz er auch den seither angenommenen Namen (er schlug zuerst vor, sie Barote zu nennen) einführte, u. a. Seiner Bemühungen, die Chemie auf die Technik anzuwenden, habe ich bereits gedacht; in dieser Beziehung erwähne ich hier noch seiner Arbeiten über den Unterschied zwischen Stabeisen und Stahl, welchen er richtig bestimmte. Diese Anwendung der Scheidekunst beschäftigte ihn auch noch in seinen späteren Lebensjahren; noch 1810 trug er der Akademie über Glasbereitung und Färbekunst vieles vor. Auch seine Versuche über den Mörtel zum Baue unter Wasser verdienen in dieser Hinsicht Erwähnung.

Guyton de Morveau. Chemische Leistungen.

Einzelne Theile der theoretischen Chemie verdanken Guyton Vieles; so die Lehre von den Säuren, über welche er eine ausgezeichnete Abhandlung veröffentlichte; die Lehre von der Affinität, wo er hauptsächlich auf den großen Einfluß aufmerksam machte, welchen die Verschiedenheit der Temperatur auf den Erfolg der Zersetzung durch Wahlverwandtschaft ausübt, und wo er zeigte, daß die Temperaturdifferenzen nicht so bedeutend zu sein brauchen, als man es vorher stets glaubte, um schon ganz entgegengesetzte Zersetzungsresultate zu veranlassen. — Um eine deutliche Erklärung für die Erscheinungen der einfachen und doppelten Wahlverwandtschaft zu geben, versuchte er, die Größe der Affinität zwischen jeder Säure und jeder Basis durch eine Zahl auszudrücken; in der speciellen Geschichte der Lehre von der Verwandtschaft werde ich seine Ansichten mehr in ihren Einzelnheiten angeben.

Chemische Nomenclatur.

Diejenigen Leistungen Guyton's, welche vorzugsweise ihn hier unter den Repräsentanten der Chemie anführen lassen, sind seine Bemühungen für die Einführung einer rationellen Nomenclatur in unsere Wissenschaft. Ich werde später diesem Gegenstand, der chemischen Nomenclatur in den verschiedenen Zeiten, eine eigene Betrachtung widmen; zur Würdigung von Guyton's Verdiensten darum und des Einflusses, welchen er dadurch auf die Chemie ausübte, reichen wenige Angaben hin. Im Allgemeinen war bis zu seiner Zeit die Benennung der chemischen Substanzen, der Begriffe überhaupt, welche in der Chemie vorkommen, in keiner Weise nach bestimmten Grundsätzen geregelt; an den oft widersinnigen Benennungen der früheren Chemiker, welche auf entfernte Aehnlichkeiten mit schon benannten Naturkörpern, oft auf irrige Ansichten über die Wirksamkeit, auf das Erscheinen eines einzigen äußern Merkmals gerichtet waren — hingen die Meisten mit unverbrüchlicher Achtung fest; die Benennung eines neu entdeckten Stoffs blieb dem Geschmack und der Laune des Entdeckers vorbehalten; mit Ausnahme weniger Stoffe bot kein Name dem Verstande einen Anhaltspunkt, um aus ihm die chemischen Verhältnisse sogleich erkennen zu lassen; Neuerungen, welche eben so principlos vorgeschlagen und von Einigen in Anwendung gebracht wurden, dienten bis dahin nur dazu, die Verwirrung in der chemischen Nomenclatur noch zu vermehren, die Last, womit das Gedächtniß des Chemikers durch eine Unzahl der an sich bedeutungslosesten Namen belastet war, durch Einführung einer Menge von Synonymen zu erschweren, die alle gleich wenig bezeichnend waren, die alle oft zu Zweideutigkeiten Anlaß boten und deren Gebrauch nur durch eine,

Guyton de Morveau. Chemische Nomenclatur.

stets nur von Einigen getheilte, Convenienz möglich war. An die wenigen Fälle der bisherigen Nomenclatur, wo der Name schon eine Andeutung des chemischen Verhaltens in sich schloß, lehnte Guyton 1782 seinen ersten Versuch an, durch die Benennung einer Substanz gleich ihre chemische Zusammensetzung auszudrücken, so daß, wenn diese bekannt ist, auch die Benennung zugleich gegeben erscheint. Dieser erste Versuch wurde zu einer Zeit publicirt, wo sein Urheber noch der phlogistischen Theorie anhing; er erfuhr kräftigen Widerspruch; er war allerdings unvollkommen, aber er hatte doch schon das Princip zur Grundlage, welches noch jetzt bei der Benennung chemischer Verbindungen leitet. Mehr als die anderen Chemiker empfand der Begründer des antiphlogistischen Systems das Bedürfniß einer neuen chemischen Nomenclatur; war bis zu seiner Zeit die bisherige Benennungsmethode verwirrend und unbequem gewesen, so wurde sie ganz unzureichend, als Lavoisier die Erklärung des chemischen Processes, die Betrachtung aller einzelnen Thatsachen unter allgemeineren Gesichtspunkten systematisch durchzuführen suchte. In der Ausbildung des von Guyton gemachten Vorschlages zeigte sich das Mittel, die Nomenclatur mit den Fortschritten der chemischen Erkenntniß in Einklang zu bringen; zu einem vollkommeneren Resultate bildete sich dieser Vorschlag aus, als Guyton 1787 mit Lavoisier, Berthollet und Fourcroy in Verbindung trat; die Frucht ihrer gemeinschaftlichen Bemühungen wurde noch in diesem Jahre veröffentlicht, und eine Nomenclatur aufgestellt und von den Anhängern des antiphlogistischen Systems in Anwendung gebracht, welche Kürze mit Wohlklang, mit dem Wortlaute die Angabe der chemischen Zusammensetzung verband. In der Methode, die als unzerlegbar erkannten Substanzen durch einfache Namen zu bezeichnen und daraus für die Verbindungen Benennungen abzuleiten, welche die Beschaffenheit und wohl auch das quantitative Verhältniß im Allgemeinen der sie bildenden Elemente anzeigen — darin lag einzig die Möglichkeit, das Gedächtniß durch den Namen einer Substanz auch an ihr chemisches Verhalten zu erinnern.

Guyton de Morveau's chemische Nomenclatur (an deren vollendeter Aufstellung zwar sicher seine Mitarbeiter, und namentlich Lavoisier, vielen Antheil haben, deren hauptsächlichstes Princip sich aber durch seine früheren Vorschläge als sein unbestreitbares Eigenthum ausweis't) wurde bald, des steten Widerspruchs der noch übrigen Anhänger des ältern Systems ungeachtet, zu der herrschenden; die neue Generation, welche sich von

dem letzten Jahrzehend des vorigen Jahrhunderts an der Chemie widmete, lernte sie allein kennen, da die Lehrbücher des antiphlogistischen Systems, welche sich alle ihrer bedienten, damals die besonders benutzten Quellen des chemischen Studiums waren. Durch nichts hat sich die Vorzüglichkeit dieser Nomenclatur mehr dargethan, als daß sie nach so vielen Jahren, wo die Chemie durch eine ungemeine Anzahl der verschiedenartigsten Entdeckungen erweitert worden ist, doch noch ihre Brauchbarkeit sich behauptet, daß sie, wie sie ihre Naturgemäßheit durch die Fähigkeit, sich in alle Sprachen leicht übertragen zu lassen, bezeugte, so auch allen folgenden Entdeckungen sich mit Leichtigkeit anschmiegte, und zur Bildung von Namen für Verbindungen sich fähig erwies, deren Existenz zur Zeit ihrer ersten Aufstellung nicht geahnet werden konnte. Guyton de Morveau. Chemische Nomenclatur.

Die literarischen Leistungen Guyton de Morveau's, so weit sie die Chemie angehen, sind theils einzelne Abhandlungen, theils größere zusammenhängende Darstellungen. Jene sind in beträchtlicher Anzahl zerstreut in den Memoiren der Akademie zu Dijon, besonders für die Jahre 1782 bis 1785; in dem Journal de Physique, besonders für die Jahre von 1774 bis 1794; und in den Annales de Chimie, an welchen er schon bei ihrer Gründung (1789) als Mitherausgeber Antheil hatte, und denen er noch gegen das Ende seiner Lebensjahre Aufsätze einverleibte. Das Bulletin des sciences de la société philomatique und das (1797 gegründete) Journal de l'école polytechnique enthalten gleichfalls Aufsätze von ihm; die Schriften der ältern Pariser Akademie nur in der Abtheilung, worin die Arbeiten fremder Gelehrten aufgenommen wurden (Mémoires présentés à l'Académie par divers Savants), da er nie Mitglied dieser Anstalt war; dem Nationalinstitut hingegen gehörte er seit der Errichtung desselben an. Auch in den Denkschriften einiger fremden Akademien finden sich Abhandlungen von ihm, so in denen der Stockholmer (für 1784 — 1787 u. a.) und der Turiner (für 1788, 1789 u. a.). — Von selbstständigen Werken publicirte er zuerst 1772 Digressions académiques ou Essais sur quelques sujets de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle; hier zeigte er sich noch ganz als Anhänger der phlogistischen Theorie und suchte namentlich die Möglichkeit zu beweisen, daß ein Körper in Verbindung mit Phlogiston weniger wiegen könne, als im isolirten Zustande. — Die schon erwähnten Elements de chymie — — —, pour servir aux Cours publics de l'Académie de Schriften.

Guyton de Morveau. Schriften.

Dijon erschienen 1777 und 1778; als Mitarbeiter werden zwei Dijoner Gelehrten, Maret und Durande genannt, Guyton indeß hat das Verdienst der eigentlichen Abfassung. Eine deutsche Uebersetzung wurde gleich nach dem Erscheinen dieses Werks, 1780, veröffentlicht. Der chemische Theil der Encyclopédie méthodique, wovon Guyton den größern Theil ausarbeitete, erschien von 1786 an unter dem besondern Titel Encyclopédie méthodique de Chimie. Im Anfang dieser Schrift bewies sich Morveau immer noch als Vertheidiger der Phlogistontheorie, die Fortsetzung indeß zeigte bald seinen Uebertritt zu Lavoisier's Ansicht. Die Artikel acides und affinité, welche besonders die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich zogen, wurden bald als selbstständige Abhandlungen in das Deutsche übertragen. In Gemeinschaft mit Lavoisier, Berthollet und Fourcroy publicirte er 1787: Méthode de nomenclature chimique, die durch eine deutsche Uebersetzung (1793) auch bald in Deutschland bekannt wurde. Außerdem ist noch seine Description complète de procédés de désinfection zu nennen, welche von 1801 an öfters aufgelegt und 1802 auch in's Deutsche übersetzt wurde. Auch hatte er Theil an der Widerlegung mehrerer, die Vertheidigung der phlogistischen Theorie bezweckender, Schriften, zu welchen er in Gemeinschaft mit mehreren Anderen kritische Anmerkungen schrieb; genauere Angaben darüber würden hier zu weit führen. — Für die chemische Literatur erwarb sich Guyton noch dadurch Verdienste, daß er die Werke ausländischer Chemiker zur Kenntniß der französischen zu bringen suchte; so übersetzte er Bergman's Schriften, und veranlaßte die Uebertragung der Werke von Scheele (welche von Guyton's Gemahlin ausgeführt wurde), Black und Anderen.

Fourcroy.

Während Guyton de Morveau durch die Aufstellung einer rationellen Nomenclatur die Erklärung des chemischen Processes nach den neuen richtigeren Ansichten erleichterte, machte sich in Frankreich noch ein Gelehrter als Anhänger Lavoisier's bemerkbar, der weniger durch eigene große Entdeckungen, als vielmehr durch ungemeine Lehrgabe und einflußreiche Stellung an den besuchtesten Unterrichtsanstalten von Frankreich, ebenso auch als Schriftsteller, die von ihm angenommene Theorie mit vielem Erfolg zu verbreiten wußte. Fourcroy zählt, der Wichtigkeit einiger ihm zukommenden Entdeckungen ungeachtet, eigentlich nicht zu den Chemikern, welche die Wissenschaft selbst in bedeutenderm Grade gefördert haben,

allein wegen des Antheils, den er an der Geltendmachung der Lavoisier'schen Ansichten und an der Verallgemeinerung des chemischen Studiums überhaupt hat, gebührt ihm hier eine ausgedehntere Besprechung. Fourcroy.

Antoine Francois de Fourcroy war zu Paris 1755 geboren. Er gehörte einer edlen, aber mit der Zeit in Dürftigkeit gesunkenen Familie an; in der drückendsten Armuth wuchs er auf, und in seiner frühesten Jugend schon war er auf sich selbst angewiesen, um die nothwendigsten Mittel zum Lebensunterhalte sich zu erringen. Er begann das Studium der Medicin trotz aller Schwierigkeiten, welche ihm der Mangel an Geldmitteln entgegenstellte, und dazu gesellten sich noch außerdem andere widrige Verhältnisse, welche ihm jedes Weiterkommen erschwerten. Fourcroy war der Begünstigte eines höhern Angestellten, der mit der medicinischen Facultät zu Paris in Zwistigkeiten gerathen war; der Zorn der Professoren wandte sich gegen den Schützling, da er den Gönner desselben nicht erreichen konnte. Ein Stipendium, die Verabreichung der nöthigen Summe, um den Doctorsgrad sich erwerben zu können, auf welches Fourcroy ebensowohl durch seine Talente und Kenntnisse, als durch seine dürftige Lage die gerechtesten Ansprüche hatte, wurde ihm aus diesem Grunde verweigert; es bedurfte der Mildthätigkeit mehrerer Freunde der Wissenschaft, welche sich zu seiner Unterstützung vereinigten, um ihn in den Stand zu setzen, Doctor der Medicin zu werden. Als er dieses Ziel endlich erreicht hatte, begann er sich auch mit anderen Zweigen der Wissenschaft, als gerade nur mit der ausübenden Heilkunde, zu beschäftigen. Seine ersten Arbeiten waren meist anatomischen und naturhistorischen Inhalts; sie verschafften ihm 1785 die Aufnahme in die Akademie. Schon etwas vor dieser Zeit war er mit einem Chemiker bekannt geworden, der wenig durch eigene Arbeiten bekannt ist, aber damals zu Paris im Rufe eines vorzüglichen Lehrers stand, mit Bucquet, dem Professor der Chemie an der medicinischen Schule. Fourcroy benutzte diese Bekanntschaft, um sich in der Chemie auszubilden, und erwarb sich bald umfassende Kenntnisse; er vertrat Bucquet's Stelle in Verhinderungsfällen des Letztern, und hatte hier Gelegenheit, sein glänzendes Talent im Vortrage zu zeigen. Als 1784 durch Macquer's Tod die Professur der Chemie an dem Jardin des plantes erledigt war, bewarb sich Fourcroy darum, und das Ansehen, welches er sich bereits durch seine bisherigen Vorträge erworben hatte, ließ ihm diese Stelle zu Theil werden, obgleich sein Mitbewerber, Berthollet, ihm weit an Verdienst als aus- Leben.

Fourcroy. Leben.

gezeichneter Chemiker überlegen war. — Im Jahre 1793 wurde Fourcroy Mitglied des Nationalconvents, wo er die Annahme des Gesetzentwurfs für die Gleichförmigkeit der Maße und Gewichte besonders bewirkte. Während der Schreckenszeit war er im Comité des öffentlichen Unterrichts thätig; nach Robespierre's Sturz wurde ihm die Errichtung der verschiedenen Lehranstalten übertragen, welche nach der Aufhebung aller früher bestandenen Institute neu in's Leben treten sollten; er hatte den größten Antheil an der Gründung der Central=, der polytechnischen, der neuen medicinischen Schule, des naturgeschichtlichen Museums und mehrerer anderer wissenschaftlicher Anstalten; an mehreren derselben war er selbst als Professor thätig. Von 1795 bis 1797 war er auch Mitglied des Raths der Alten. 1801, als Napoleon erster Consul geworden war, entwarf Fourcroy als Staatsrath einen Plan für den öffentlichen Unterricht, der die Basis der hierauf bezüglichen Einrichtungen blieb; als Generaldirector des öffentlichen Unterrichts (welche Stelle er 1802 bis 1804 bekleidete) hatte er vorzüglichen Antheil an der Organisation der Pariser Universität; alle diese amtlichen Stellungen gaben ihm die geeignetste Gelegenheit, das Studium der Naturwissenschaften und namentlich der Chemie zu einem besonders beachteten Zweige des Unterrichtswesens zu machen. In Anerkennung seiner Bemühungen ernannte ihn Napoleon zum Reichsgrafen; die Anstrengungen, welchen er sich jedoch in einem so viel beschäftigten Leben unterziehen mußte, hatten seine Gesundheit untergraben, und 1809 fühlte er selbst die Annäherung seines Todes. Dieser traf ihn plötzlich, als er eben mit amtlichen Arbeiten beschäftigt war, zu Ende dieses Jahres.

Fourcroy's Ruhm in der Chemie beruht auf der Theilnahme an der Verbreitung des antiphlogistischen Systems, als dessen Anhänger er sich 1785 bekannte; sein Streben in dieser Beziehung war nicht frei von Egoismus; es wird ihm vorgeworfen, daß er den Ruhm der Begründung einer neuen Theorie auf Kosten des wahren Urhebers derselben sich habe aneignen wollen, und sicher ist es, daß er durch die Benennung der Lavoisier'schen Ansichten unter dem Parteinamen la chimie française, deren eifrigster Apostel zu sein er sich selbst rühmte, das Verdienst der Reform in der Chemie nicht mehr Lavoisier'n allein, sondern den französischen Chemikern im Allgemeinen und sich ganz besonders zutheilen wollte. Zu der Zeit von Lavoisier's Hinrichtung ging sogar das Gerücht, Fourcroy habe an dieser Gräuelthat Antheil, um seinen Ruhm durch Entfernung eines ihm weit über=

legenen Nebenbuhlers zu vergrößern; wenn gleich Fourcroy, der zu jener Zeit bedeutenden Einfluß ausübte, nichts versucht hat, um Lavoisier'n zu retten (was indeß damals schwerlich von Erfolg gewesen wäre), so ist doch andererseits gar nicht bewiesen, und deßhalb in keiner Weise anzunehmen, daß er der Ruhmsucht bis zu solcher Ehrlosigkeit gefröhnt habe. Daß aber nur die Möglichkeit eines solchen Betragens vermuthet und von Vielen geglaubt werden konnte, zeigt leider zur Genüge, welchen Antheil an den Beschäftigungen mancher der damaligen französischen Chemiker man dem Triebe nach persönlicher Ehre und nicht dem reinen wissenschaftlichen Sinne zuzuschreiben sich veranlaßt sah.

Fourcroy.

Fourcroy ist der Verfasser einer sehr bedeutenden Menge von Abhandlungen, welche die verschiedenartigsten chemischen Untersuchungen in sich schließen; viele davon sind von ihm in Gemeinschaft mit anderen Chemikern, namentlich mit Vauquelin, ausgeführt; ich werde auf diese weiter unten zurückkommen. Keine der ihm zugehörigen Arbeiten ist von so großer Wichtigkeit, daß ihr hier eine speciellere Besprechung zu widmen wäre, und ein kurzer Ueberblick mag hier genügen, und das Nähere für die folgenden Theile vorbehalten bleiben. Viele seiner Arbeiten behandeln die chemische Untersuchung thierischer Stoffe, und um diesen Theil der Chemie hat er sich Verdienst erworben; über Blut, Milch, Galle, Fett, Harn hat er viele Versuche angestellt, die ihn zu bemerkenswerthen Resultaten leiteten; so entdeckte er die Verwandlung der thierischen Substanzen in eine fettartige Substanz, wenn sie bei Abschluß der Luft lange liegen; er nannte diese Substanz Adipocire, und hielt sie für eine eigene, von den anderen verschiedene, Fettart, als welcher zugehörig er noch das Wallrathfett und das gleichfalls von ihm untersuchte Gallenfett betrachtete. Das Hirnfett als eine eigenthümliche Substanz entdeckte er gleichfalls; seine Untersuchung über die im Harn enthaltenen Stoffe bereicherte ebenso die Chemie mit einigen wichtigen Wahrnehmungen. — Fourcroy achtete mit Aufmerksamkeit auf die Veränderungen, welche die krankhaften Körpertheile hinsichtlich ihrer chemischen Eigenschaften zeigen; aber er hielt die darüber erlangten Kenntnisse für noch nicht weit genug vorgeschritten, um sie als die Grundsätze des medicinischen Verfahrens anerkennen zu dürfen; im Gegentheil, wenn er gleich mit seiner eindringlichen Darstellungsweise die Nothwendigkeit des chemischen Studiums für den Arzt unwiderleglich darzuthun sich bestrebte, warnte er doch vor dem

Chemische Leistungen.

Fourcroy. Chemische Leistungen.

Enthusiasmus, womit einige seiner Zeitgenossen die neuesten Entdeckungen in der Chemie als die unumstößliche Grundlage rationeller Heilkunde anzupreisen suchten. — Mehrere seiner Arbeiten behandeln auch die Darstellung und die Prüfung von Arzneien; mehrere vegetabilische Stoffe untersuchte er auf ihre chemischen Eigenschaften; für die polizeiliche Gesundheitspflege lieferte er in einigen Untersuchungen brauchbare Resultate über die schädlichen Wirkungen stagnirenden Wassers, des Anhäufens von Koth u. s. w. Analysen von Mineralwassern, zu deren Durchführung er auch eine Anleitung gab, und von Mineralien beschäftigten ihn gleichfalls; über mehrere Gase hat er ausgedehntere Untersuchungen angestellt; so über das Ammoniak- und besonders über das Schwefelwasserstoffgas; eine Menge von anderen chemischen Arbeiten war noch der Gegenstand seiner Forschungen, von denen ich hier nur diejenigen über die Doppelsalze, welche das Ammoniak mit mehreren anderen Oxyden bildet, hervorhebe; namentlich die Doppelsalze des Ammoniaks mit Quecksilberoxyd und verschiedenen Säuren untersuchte er genauer, und trug dadurch vieles zur Kenntniß dieser Klasse von Salzen überhaupt bei.

Eine große Anzahl von chemischen Untersuchungen hat Fourcroy gemeinschaftlich mit seinem Freunde Vauquelin ausgeführt, welche bei der Schilderung dieses letztern Chemikers Platz finden mögen. Sie enthalten werthvolle Resultate; es ist schwer zu bestimmen, welcher Antheil hierbei dem einen oder dem andern der gemeinsam sich nennenden Chemiker zukommt; wahrscheinlich ist es, daß der experimentelle Theil hauptsächlich von Vauquelin ausgeführt wurde. — Zu betrachten bleibt noch übrig diejenige Seite von Fourcroy's wissenschaftlicher Thätigkeit, nach welcher hin er am erfolgreichsten und verdienstvollsten gewirkt hat: seine literarischen Leistungen.

Schriften.

Von Fourcroy's Schriften sind die einzelnen Abhandlungen in mehreren Zeitschriften zerstreut. Die Memoiren der Pariser Akademie (von 1785 an) enthalten nur wenige davon; viele die Denkschriften der Pariser Société de médecine (von 1780 an) und die Annales de Chimie, an deren Herausgabe er von Anfang an betheiligt war, und für welche er noch 1806 einzelne Aufsätze mittheilte. Einzelne seiner Arbeiten finden sich noch in den (von ihm hauptsächlich begründeten und seit 1802 erscheinenden) Annales du museum d'histoire naturelle, in dem Journal des Mines (welches seit 1794 herauskommt); mehrere auch noch in der von ihm selbst

redigirten Zeitschrift La médecine éclairée par les sciences physiques, das von 1790 bis 1792 erschien. Fourcroy. Schriften.

Als selbstständige chemische Werke Fourcroy's sind, mit Uebergehung kleinerer Schriften, wie z. B. über einzelne Gesundbrunnen, und der chemischen Artikel, welche er von 1797 an für die Encyclopédie méthodique ausarbeitete, folgende besonders zu nennen. Seine Leçons élémentaires d' histoire naturelle et de chymie gab er 1781 in zwei Bänden heraus; er bezweckte darin neben einer Darlegung aller bekannten chemischen Thatsachen auch eine Vergleichung der Stahl'schen Erklärungsweise mit der neuern Lavoisier's, welcher letztern er übrigens damals noch nicht den Vorzug gab. Eine zweite Auflage dieses Lehrbuchs, worin er die antiphlogistische Theorie anerkannte, erschien 1786 in vier Bänden unter dem Titel Eléments d' histoire naturelle et de chymie; Uebersetzungen in die deutsche und englische Sprache und wiederholte französische Ausgaben von einer größern Ausdehnung folgten sich schnell. Schon 1784 hatte er auch eine Reihe von chemischen Abhandlungen unter dem Titel: Mémoires et observations de chymie, pour servir de suite aux éléments de chymie, veröffentlicht. Sein Lehrbuch der Chemie kam von 1801 an unter dem Titel Systême des connaissances chimiques heraus, und in zehn Bänden erschien die letzte Ausgabe eines Werks, dessen erste Ausgabe bei ungeändertem Plan etwa fünfundzwanzig Jahre früher dieselbe Wissenschaft in zwei Bänden hatte darstellen können. — Außerdem ist noch hervorzuheben seine Philosophie chymique ou verités fondamentales de la philosophie moderne (1792), welche mit ausgezeichneter Klarheit das antiphlogistische System durchführt, und in mehreren Ländern durch Uebersetzungen schnell Verbreitung fand. Auch seine Tableaux synoptiques de chimie erfreuten sich einer ungemeinen Verbreitung; zuerst erschienen sie 1799, zuletzt 1805; in vier verschiedenen Uebersetzungen (1800—1805) fanden sie auch in Deutschland Eingang.

Weit übertroffen an selbstständiger Forschungskraft wird Fourcroy durch Berthollet, denjenigen unter Lavoisier's Anhängern, der durch ausgezeichnete Experimentaluntersuchungen ebensowohl als durch die scharfsinnigsten theoretischen Forschungen die hauptsächlichste Stütze der neuen Theorie wurde, der nach Lavoisier's Tode des letztern Untersuchungsmethode im Allgemeinen und seine einzelnen Ansichten am kräftigsten in der Wissenschaft anerkannt zu machen bemüht war. Berthollet.

Berthollet. Leben.

Claude Louis Berthollet war aus Savoyen gebürtig; 1748 kam er zur Welt in Talloire, einem kleinen Orte in der Nähe von Annecy. Er gehörte einer ursprünglich französischen Familie an, welche während der Religionskriege aus Frankreich ausgewandert war. Nachdem er seine erste Ausbildung zu Annecy erhalten hatte, widmete er sich bis 1770 dem Studium der Medicin auf der Universität zu Turin. Nach erlangtem Doctorsgrade ging er 1772 nach Paris, wo er sich Freunde gewann, welche ihm die Stelle eines Leibarztes bei dem Herzoge von Orleans verschafften. In diesem Verhältniß hatte Berthollet freie Muße zu anderen Beschäftigungen; er begann sich mit der Chemie vertrauter zu machen, und der Ruf, den er sich bald als geschickter Chemiker zu erringen wußte, veranlaßte 1780 seine Aufnahme in die Pariser Akademie. Im Jahre 1784 bewarb er sich um die von Macquer bisher versehene Professur der Chemie am Jardin des plantes, wo ihm indeß Fourcroy vorgezogen wurde; eine andere, gleichfalls von Macquer bekleidete Stelle wurde ihm dafür zu Theil, indem ihn die Regierung mit der Inspection der Färbereien beauftragte. In diesem Amte nützte er der Technik sehr viel, indem er sowohl die Theorie des Färbeprocesses aufzuklären suchte, als auch in der Praxis wesentliche Verbesserungen einführte; es blieb ihm zugleich die nöthige Zeit zu andern Forschungen, und seine wichtigsten chemischen Entdeckungen datiren aus dieser Periode. Die Erfüllung wichtigerer Pflichten beschäftigte ihn nach dem Ausbruche der französischen Revolution, wo Frankreich durch Abschneidung aller Hülfsquellen von außen gezwungen wurde, im Innern Alles das zu produciren, was bisher ganz oder großentheils aus anderen Ländern eingeführt worden war; wo unter den Gegenständen, deren Fabrication in Frankreich bisher fast gar nicht betrieben worden war, sich die für die damalige Zeit dringendsten Bedürfnisse befanden, Materialien zur Beschaffung von Munition, von Waffen und ähnliche. Berthollet zeichnete sich unter den damaligen Gelehrten Frankreichs besonders aus, Hülfsquellen zu entdecken und nutzbar zu machen; unter seiner Leitung gewannen die Salpeter-, die Stahlbereitung und viele andere Industriezweige in Frankreich einen Aufschwung, wie man es noch kurz vorher für unmöglich gehalten hatte. Die Wichtigkeit dieser Leistungen für die geistige Richtung überhaupt, welche sich damals in Frankreich entwickelte, haben wir bereits in der Charakteristik besprochen. Neben der aufopferndsten Thätigkeit und der größten Ergebenheit für das Interesse seines Vaterlandes zeigte Berthollet stets

hier auch ein hohes Rechtlichkeitsgefühl, einen ehrenhaften Charakter, der selbst in den wildesten Revolutionsstürmen sich nicht verleugnete; und der Gegensatz seiner immer furchtlosen Biederkeit zu dem Kampfe der schlechtesten Leidenschaften, welche die damaligen Häupter Frankreichs befleckten, konnte nur dadurch für ihn ohne die gefährlichsten Folgen bleiben, weil seine Unentbehrlichkeit zu allgemein anerkannt war. — Schon 1792 war er zum Oberaufseher der Münze ernannt worden; 1794 wurde er Mitglied der Commission für Künste und Gewerbe, die namentlich zur Hebung der Agricultur beitragen sollte, und in demselben Jahre erhielt er die Professur der Chemie an der Normal- und an der Polytechnischen Schule zu Paris. — Als Lehrer that sich Berthollet nicht besonders hervor; seine Vorträge waren zu streng wissenschaftlich gehalten, als daß sie bei einem großentheils nur schaulustigen Publikum Anerkennung hätten finden können. Desto mehr zeichnete er sich 1795 bei der Errichtung des Institut des sciences et arts aus, dessen thätigstes Mitglied für die Naturwissenschaften er wurde. — Im Jahre 1796, als Italien von den Franzosen unter Napoleon erobert worden war, sendete das Directorium ihn und Monge in dieses Land, um eine Auswahl der wissenschaftlichen Werke zu treffen, welche die Pariser Sammlungen zu zieren bestimmt waren. Auf dieser Sendung wurde Berthollet mit Napoleon bekannt, und gewann sich dessen Achtung; zur Begleitung der Expedition nach Aegypten wurde er von diesem aufgefordert, und war dort einer der thätigsten unter den Gelehrten, welche in dem uncivilisirtesten Lande, und mitten im Getümmel des Kriegs, eine wissenschaftliche Vereinigung von hoher Bedeutung, das Institut d' Egypte, bildeten. Wie während der Schreckenszeit zu Paris, so zeichnete sich auch Berthollet in Aegypten durch Kaltblütigkeit und entschlossenen Charakter aus; er befand sich unter den wenigen, welche Napoleon 1799 auf seiner Rückreise nach Europa begleiteten. Die Achtung, welche der letztere ihm erwies, verminderte sich nie, und nach Napoleon's Thronbesteigung wurde Berthollet durch Ehrenstellen, Orden und den Grafentitel ausgezeichnet. Seinerseits aber auch verleugnete Berthollet seinen geraden offenen Charakter nie; die steigende Macht Napoleon's und die steten Gunstbezeugungen des letztern machten ihn nie zum Schmeichler, nie zum Höfling. Die letzten Jahre seines Lebens brachte Berthollet zu Arçeuil, einem Dorfe nahe bei Paris, zu; sein Haus wurde hier zu einem Sammelplatze der ausgezeichnetsten Gelehrten, welche sich unter seinem

Berthollet. Leben.

Berthollet. Leben

Präsidium zu einer besondern Gesellschaft, der Société d' Arçeuil, vereinigten. (Von 1807 bis 1817 gab diese Societät ihre Schriften heraus, welche Abhandlungen der ersten Forscher unserer Wissenschaft in sich schließen.) Der rege Sinn für Wissenschaft, welchen sich Berthollet so lange zu bewahren gewußt hatte, wurde zurückgedrängt, als sein einziger hoffnungsvoller Sohn, Amedée Berthollet, der bereits sich durch wissenschaftliche Arbeiten ausgezeichnet hatte, von Melancholie befangen, sich selbst den Tod gab. Dieses Ereigniß beugte Berthollet tief; der Kummer hierüber überwog die Theilnahme an dem Schicksale Napoleon's, welcher ihn stets der ausgezeichnetsten Achtung gewürdigt hatte. Von diesem kein Heil für Frankreich mehr erwartend, hatte Berthollet als Mitglied des Senats 1814 für seine Absetzung gestimmt; der zurückkehrende Ludwig XVIII. ernannte ihn darauf zum Pair. Doch die Zeit seiner rastlosen Thätigkeit war nun vorüber, zurückgezogen lebte Berthollet noch bis zum Jahre 1822, wo er nach längerem schmerzhaften Krankenlager, das er mit gewohnter Standhaftigkeit ertrug, ein Leben endete, welches durch fruchtbare wissenschaftliche Thätigkeit, durch Erprobung ehrenhafter Gesinnung unter den schwierigsten Umständen ihm achtungsvolles Andenken in jeder Beziehung sichert.

Chemische Leistungen.

Von Berthollet's zahlreichen und wichtigen Untersuchungen muß ich viele den folgenden Theilen aufsparen, und beschränke mich hier nur auf die Besprechung derjenigen, welche vom allgemeinsten Interesse sind und seine wissenschaftliche Richtung besonders deutlich hervortreten lassen. Wenig Wichtigkeit haben seine Arbeiten, welche er noch als Anhänger der Phlogistontheorie publicirte; von 1785 an aber, wo er Lavoisier's System annahm, behandeln seine Untersuchungen, im Geist der neuen Methode gehalten und die gefundenen Thatsachen nach ihr erklärend, Gegenstände von der größten Bedeutsamkeit; der Einfluß vieler seiner Forschungen beschränkt sich nicht auf die Kenntniß der Substanz, mit welcher er sich gerade beschäftigte, sondern er macht sich bemerkbar als leitend für alle ähnlichen Untersuchungen; die Constatirung von Thatsachen beschäftigt ihn nicht allein, sondern er weiß auch theoretische Ansichten darauf zu gründen, welche lange die herrschenden unter den Chemikern bleiben.

Seine ersten chemischen Arbeiten behandeln Gegenstände von nur untergeordnetem Interesse, so seine Abhandlungen über die Verbindungen der Oele

mit Erden, flüchtigem Alkali und metallischen Substanzen; über die Phosphorsäure als einen Bestandtheil des Organismus; über die Verbindungen vom Alkali mit fixer Luft, die ätzende Eigenschaft der metallischen Salze (1780), die Zerlegung des Salpeters (1781), über mehrere Säuren (1782), den Unterschied der gewöhnlichen Essigsäure von der durch Destillation des Grünspans gewonnenen (1783) u. a. Wichtigere Gegenstände beschäftigten ihn nach seinem Beitritt zur antiphlogistischen Theorie; wir erwähnen zuerst seiner Untersuchungen über das Ammoniak, welche er 1785 publicirte. Priestley hatte entdeckt, daß elektrische Funken bei fortgesetztem Hindurchschlagen durch Ammoniakgas das Volum desselben bedeutend vergrößern; diese Beobachtung nahm Berthollet auf; er bestimmte die Volumsvergrößerung genau, und bemerkte, daß sie auf einer Zerlegung des Ammoniakgases in seine Bestandtheile beruht; in dem entstehenden Gasgemenge fand er Stickgas und Wasserstoffgas als alleinige Bestandtheile und bestimmte ihr Mengenverhältniß gegen einander mit sehr annähernder Richtigkeit. Durch diese Versuche war die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Ammoniaks ermittelt; noch größere Genauigkeit in die letztere brachte Berthollet's obenerwähnter Sohn, welcher 1808 sich nochmals mit diesem Gegenstande beschäftigte, und dessen numerische Resultate sich der Wahrheit noch mehr nähern.

Berthollet. Chemische Leistungen.

In derselben Zeit, 1785, stellte Berthollet viele Versuche über das durch Scheele wenige Jahre früher entdeckte und als dephlogistisirte Salzsäure bezeichnete Chlor an, und nahm diese Untersuchungen in den folgenden Jahren mehrmals wieder auf. Er bemerkte die Zersetzung, welche eine Lösung dieses Körpers in Wasser bei längerem Aussetzen an die Sonne erleidet; auf seine Folgerungen werde ich später bei Betrachtung seiner theoretischen Ansichten zurückkommen. Die bleichende Kraft des Chlors suchte er zuerst praktisch anzuwenden, und wenn auch dieser Gegenstand später noch in jeder Hinsicht Vervollkommnung nöthig hatte, so gebührt doch Berthollet das Verdienst, die Wichtigkeit desselben für die Technik zuerst erkannt und den Gebrauch desselben angeregt zu haben. Er entdeckte auch die Wirkung des Chlors, wenn es durch eine Auflösung von kohlensaurem Kali geleitet wird, ein besonderes Salz, das chlorsaure Kali, zu bilden, dessen Eigenschaften er genau beschrieb, und dessen Zusammensetzung er auch, für seine Ansichten richtig, erkannte.

Im Jahre 1787 untersuchte er die Blausäure, und fand, daß in

Berthollet. Chemische Leistungen.

ihre Zusammensetzung nur Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff als Bestandtheile eingehen. Er bemerkte auch die Bildung einer eigenthümlichen Substanz als Product der Einwirkung von Chlor auf Blausäure; seiner Ansicht zufolge, wonach er das Chlor als aus Salzsäure und Sauerstoff bestehend betrachtete, und auf die Annahme hin, diese Substanz entstehe durch Abgabe des Sauerstoffs vom Chlor, nannte er sie oxydirte Blausäure. Daß es Chlorcyan sei, wurde erst lange nachher erkannt.

Als eine andere wichtige Entdeckung von ihm mag die des Knallsilbers erwähnt werden; er fand 1788, daß aus der Lösung des Silbers in Salpetersäure durch Kalkwasser ein Niederschlag gefällt wird, der zu einem äußerst leicht explodirbaren Körper wird, wenn er längere Zeit mit wässerigem Ammoniak übergossen bleibt; und er mittelte die Umstände, unter welchen Explosion erfolgt, genau aus.

Das Schwefelwasserstoffgas untersuchte Berthollet 1789; seine saure Eigenschaft, seine Bestandtheile und daß es keinen Sauerstoff enthalte, wurde durch ihn vorzüglich festgestellt. In demselben Jahre zeigte er, daß die Oxyde der schweren Metalle sich gegen Alkalien wie Säuren verhalten, und mit ihnen Verbindungen eingehen. — Erwähnung verdient auch sein in späterer Zeit gemachter Vorschlag, die Fässer zur Aufbewahrung des Wassers auf langen Seereisen inwendig zu verkohlen.

Solcher einzelner Untersuchungen von Berthollet ließen sich hier noch viele anführen; ich verschiebe sie bis zur speciellen Betrachtung der betreffenden Gegenstände und gehe zur Darstellung seiner theoretischen Arbeiten über, welche gleichfalls für die Chemie von dem größten Einfluß geworden sind.

Verhältniß zur antiphlogistischen Theorie.

Berthollet war der erste der bedeutenderen Chemiker, welche sich Lavoisier's Ansichten anschlossen; schon 1782 hatte er, was die Gewichtszunahme von Phosphor, Schwefel und Arsenik bei ihrem Uebergange in Säure betrifft, diese auf Rechnung der Verbindung mit Sauerstoff geschrieben, und 1785 sprach er in einer Sitzung der Pariser Akademie seinen Uebertritt zu der antiphlogistischen Theorie geradezu aus. Seine Autorität, das Vertrauen auf seine Fähigkeit, hier zu entscheiden, bewirkte bald, was Lavoisier's folgerechte Deductionen bisher nicht hatten durchsetzen können; viele andere Chemiker erklärten sich nun sogleich auch offen für die neue Theorie. Berthollet theilte Lavoisier's Ansichten, was die Erklärung des Verbren=

nungsprocesses und alles was damit zusammenhängt angeht; aber seine Selbstständigkeit zeigt sich auch in der Auffassung des neuen Systems; in einem der bedeutendsten Punkte von Lavoisier's Lehre wich er von diesem ab. Lavoisier hatte das Princip aufgestellt, daß der Sauerstoff die allgemein acidificirende Substanz sei; daß das Zutreten von Sauerstoff erst einen Körper zur Säure mache, und daß alle Säuren ihre gemeinsame Eigenschaft nur dem Gehalt an Sauerstoff verdanken. Berthollet hingegen glaubte die Allgemeinheit dieses Satzes bezweifeln zu müssen, denn zwei Körper von sauren Eigenschaften waren schon damals ihm bekannt, welche nachweisbar keinen Sauerstoff enthalten: der Schwefelwasserstoff und die Blausäure. Berthollet begnügte sich damit, festzustellen, daß es sauerstofffreie Säuren giebt; den Erweiterungen, welche später die Lehre über diesen Gegenstand erfuhr, blieb er fremd; in den meisten Erklärungen folgte er überdies auch in Bezug hierauf Lavoisier's Ansicht, und es scheint ihn diese namentlich geleitet zu haben, was seine Erklärung über die Entstehung und die chemischen Eigenschaften des Chlors angeht. Aus seiner Beobachtung, daß Chlor in Wasser gelös't und dann dem Licht ausgesetzt Sauerstoff frei läßt, wobei Salzsäure zurückbleibt, zog er den Schluß, daß das Chlor eine Verbindung der Salzsäure mit Sauerstoff sei; und da er mit Lavoisier die Salzsäure als aus einer unbekannten Substanz mit Sauerstoff verbunden ansah, so folgerte er, daß dieser Stoff in mehrfachen Verhältnissen sich mit Sauerstoff verbinden könne: mit wenig Sauerstoff zu Salzsäure, mit mehr zu Chlor, und mit noch mehr zu der Säure, welche er im chlorsauren Kali entdeckt und als Acide hyperoxymuriatique bezeichnet hatte. Diese Ansicht erhielt sich sehr lange; erst im Jahre 1810 wurde sie angegriffen und erst von 1820 an erklärten sich alle Chemiker dagegen.

Berthollet. Verhältniß zur antiphlogistischen Theorie.

Am wichtigsten für die theoretische Chemie waren aber unter Berthollet's Arbeiten diejenigen über die Verwandtschaft. Bis zu seiner Zeit hatte man die Affinität zweier Stoffe zu einander einer eigenthümlichen ihnen inwohnenden Kraft, die man vermuthungsweise wohl auch mit der allgemeinen Schwere für identisch hielt, zugeschrieben; die Zersetzungserscheinungen schrieb man verschiedenen Graden der Verwandtschaft zu, aber man glaubte, daß diese allein von der qualitativen Natur der auf einander reagirenden Substanzen bedingt sei; man hatte zwar erkannt, daß die Tempera-

Arbeiten über die Verwandtschaft.

Berthollet. Arbeiten über die Verwandtschaft.

tur die Affinitätsgröße ändert, allein bei gleicher Temperatur hielt man die Stärke der Verwandtschaft zwischen zwei Substanzen, und den Widerstand, welchen ihre Verbindung gegen einen dritten darauf einwirkenden Stoff ausübt, für constant, welches auch die Mengenverhältnisse seien, in denen sich die verschiedenen Körper zusammen befinden. — Dies ist ungefähr die Lehre von der Verwandtschaft, so weit sie durch Bergman ausgebildet war, und in ihrem hauptsächlichsten Gegensatz zu Berthollet's neuernden Ansichten.

Berthollet gab dieser Lehre eine neue Gestaltung, indem er zwei Begriffe in dieselbe einführte, und ihre Wichtigkeit nachwies, welche bis zu ihm in dieser Art nie berücksichtigt worden waren. Die qualitative Richtung seines Zeitalters ließ ihn auf die Mengenverhältnisse aufmerksam sein, in welchen die verschiedenen Substanzen auf einander einwirken; die Abhängigkeit der Affinitätsgröße von der relativen Quantität der chemische Action auf einander ausübenden Körper suchte er erstens nachzuweisen, und zweitens die Abhängigkeit der Zersetzungserscheinungen von den physikalischen Eigenschaften der sich neu bildenden Verbindungen oder frei werdenden Stoffe. Ohne hier in Berthollet's Ansichten über die Verwandtschaft genauer einzudringen, was der speciellen Geschichte dieser Lehre vorbehalten bleiben muß, genügt Folgendes zur allgemeinen Andeutung der Begriffe, welche er in die Chemie einzuführen suchte. Nach Berthollet haben alle Körper zu einander Verwandtschaft, und er erkennt an, daß die Größe dieser Kraft für je zwei verschiedene Substanzen verschieden sei, aber auf dieser Verschiedenheit beruht nach ihm keineswegs allein der Erfolg der Zersetzungserscheinungen. Nach ihm kann sich die Verwandtschaft nur bei unmittelbarer Berührung der kleinsten Theilchen der Körper äußern; ein Körper wird also der chemischen Action entzogen durch Unlöslichkeit (welche er als überwiegende Cohäsion betrachtet) und durch Entweichen im gasförmigen Zustand (durch seine Elasticität). Nach Berthollet ist kein Grund vorhanden, weßhalb sich nicht zwei Körper in allen möglichen Verhältnissen zu chemischen Verbindungen vereinigen können, wenn die Cohäsion und die Elasticität bei ihnen und bei den entstehenden Verbindungen gleich groß ist; nur Vorwalten der Cohäsion oder Elasticität bei einem Bestandtheil, zu dessen Aufhebung eine gewisse Menge des andern nothwendig ist, oder große Cohäsion oder Elasticität einer Verbindung in einem bestimmten Verhältniß, die sich dann der weitern chemischen Action entzieht, bedingt das Vorkommen von bestimmter

Zusammensetzung, entweder nach Grenzen, innerhalb welcher das Zusammensetzungsverhältniß variiren kann, oder nach einem constanten Verhältniß der Bestandtheile. Nach Berthollet ist also Zusammensetzung in constanten Verhältnissen nicht zur Definition einer chemischen Verbindung nothwendig. — Nach ihm wirkt ferner ein Körper auf einen andern nicht nur nach Maßgabe seiner Affinität zu ihm, sondern zugleich auch im Verhältniß seiner Gewichtsmenge; die resultirende Wirkung, das Product, aus der Affinitätsgröße und der Quantität faßt er zusammen in dem Begriff der chemischen Masse. Wenn zwei Körper gleichzeitig auf einen dritten einwirken, zu welchem beide Affinität haben, so theilen sie sich in ihn nach dem Verhältniß ihrer chemischen Massen, und es entsteht so ein Gleichgewicht, welches aber durch die Cohäsion oder Elasticität eines Bestandtheils oder einer der entstehenden Verbindungen aufgehoben werden kann, wodurch neue chemische Action, das Bilden eines Gleichgewichts in anderen Verhältnissen, verursacht wird. Daß hiernach vollständige Zersetzung einer Verbindung durch eine dritte Substanz nur auf großer Cohäsion oder Elasticität eines der Bestandtheile oder der neu entstehenden Verbindung beruhen kann, ist eine einfache Folge; ebenso wie sich aus seinem Begriff der chemischen Masse einfach folgert, die chemische Kraft, die Affinität einer Substanz zu einer andern, sei um so größer, je weniger von der erstern hinreicht, um eine bestimmte Wirkung auf die zweite auszuüben. So ergiebt sich daraus, daß unter den Alkalien dasjenige die größte Affinität zu einer Säure hat, von welchem die geringste Menge zur Sättigung einer constanten Quantität der letztern nöthig ist; daß die Erfahrung diesen Satz anscheinend nicht bestätigt, indem durch diese eine andere Verwandtschaftsreihe für die Basen zu den Säuren gegeben wird, erklärte Berthollet wieder mit der Verschiedenheit der Cohäsion und Elasticität, indem sein Gesetz in jener einfachen Form nur für den Fall streng genommen gültig sein könne, wenn alle Körper gleiche Cohäsion und gleiche Elasticität zeigten. Berthollet. Arbeiten über die Verwandtschaft.

Es ist dies das Wesentlichste der Berthollet'schen Affinitätslehre, deren genauere Ausführung uns in dem II. Theile weitläufiger beschäftigen wird. Mit erschöpfender Gelehrsamkeit hinsichtlich aller zur Zeit ihrer Aufstellung bekannten Thatsachen, mit der strengsten Consequenz wußten diese Ansichten die schwierige Lehre von den Verwandtschaftserscheinungen unter allgemeine Betrachtungen zu ordnen; doch aber wurden sie bald angegriffen, und die Behauptung besonders, daß constante Zusammensetzung nicht

Berthollet. Arbeiten über die Verwandtschaft.

mit dem Begriff der chemischen Verbindung nothwendig verknüpft sei, erregte heftigen Widerspruch, und zeigte sich bald unhaltbar. Deßungeachtet haben diese Untersuchungen Berthollet's einen tiefen und höchst wohlthätigen Einfluß auf die Chemie ausgeübt; die abstractere Auffassung und logische Entwicklung der chemischen Begriffe war ihm in hohem Grade eigen, und Vieles trug er dazu bei, von der bloßen empirischen Kenntnißnahme zu der höhern wissenschaftlichen Forschung zu erheben. Seine oft schwer zu verstehende Ausdrucksweise, die Tiefe seines Gedankenganges haben diese Untersuchungen vielen Scheidekünstlern wenig zugänglich bleiben lassen; einige seiner Behauptungen sind als falsch widerlegt, viele davon sind noch bestritten, aber in der Ausbildung unserer jetzigen Ansichten über die Verwandtschaft ist sein Einfluß ein dauernder; die Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse, der Zusammenhang der Zersetzungserscheinungen mit den hauptsächlichsten physikalischen Eigenschaften der dabei auftretenden Körper, welche durch ihn hervorgehoben wurden, kann nie mehr vernachlässigt werden, wenn auch diesen Umständen nicht die bedingende Wirksamkeit in dem Grade, wie sie ihnen Berthollet beilegte, noch jetzt zugeschrieben werden kann. Von Berthollet's Ansichten wurde zudem die Aufmerksamkeit der Chemiker durch bald nach ihrer Aufstellung sich ergebende Entdeckungen abgewandt; es kam dazu, daß man mit der Widerlegung einzelner seiner Ansichten seine Affinitätslehre überhaupt gestürzt glaubte; die Untersuchungen über die Verwandtschaft nahmen somit eine andere Richtung, nämlich weniger die Verwandtschaftserscheinungen an und für sich zu betrachten, weniger die sie bedingende Kraft zu ergründen und ihre Wirkungen a priori zu bestimmen, als vielmehr die Wirkungen in Einer Beziehung, der quantitativen Zusammensetzung, genauer zu ermitteln, und den so sich ergebenden Resultaten eine entsprechende Hypothese unterzulegen: die Lehre von der Verwandtschaft vereinzelte sich bald in der Lehre von den bestimmten Proportionen. Das aber steht fest, daß wir in unserer Zeit kein Werk besitzen, welches alle jetzt bekannten Affinitätserscheinungen so vollständig und consequent erklärt, wie dies durch Berthollet's Arbeiten seiner Zeit geleistet wurde. Die Schwierigkeiten einer solchen Erklärung sind durch die vermehrte Erkenntniß von Thatsachen bedeutend gesteigert worden, aber gestehen wir ein, daß die Zunahme der Erfahrung von Thatsachen, welche der Erklärung bedürfen, seit Berthollet in höherm Grade stattgefunden hat, als die Zunahme der Fähigkeit, eine gleich genügende Erklärung zu geben.

Berthollet's literarische Leistungen umfassen eine große Menge von Abhandlungen, welche in verschiedenen Zeitschriften niedergelegt sind. Die Memoiren der Pariser Akademie enthalten viele davon, für die Jahre 1780 bis 1787; den Annales de Chimie schloß er sich als Mitherausgeber bei ihrer Gründung an und bereicherte sie mit vielen Mittheilungen; auch von der Fortsetzung dieser Zeitschrift, den Annales de Chimie et de Physique (seit 1816), enthalten die ersten Bände noch Resultate seiner Leistungen. Die Memoiren der Société d'Arcueil enthalten gleichfalls Aufsätze von ihm; einzelne stehen auch in den Mémoires de l'Institut national und im Journal de l'école polytechnique; aus früherer Zeit auch in den Memoiren der Société de médecine zu Paris, dem Journal de Physique, und den Denkschriften der Turiner*) Akademie (für 1786, 1787 u. a.). — Von selbstständigen Werken stammen noch aus der Zeit, wo er der Phlogistontheorie anhing, seine Observations sur l'air (1776). Später publicirte er Elements de l'art de teinture (1791 und erweitert 1804), welchen deutsche Uebersetzungen sogleich folgten (1792 und 1806). Seine Description du blanchiment - - par l'acide muriatique oxygéné etc. erschien 1795. — Ueber die chemische Verwandtschaft schrieb er 1801 Recherches sur les lois de l'affinité, welchen 1802 und 1806 Fortsetzungen folgten; am vollständigsten entwickelte er seine Ansichten in dem Essai de statique chymique (1803) in zwei Bänden. Alle diese Untersuchungen wurden bald durch Uebersetzungen in Deutschland bekannt; die Uebertragung der Statique erfolgte 1811.

Berthollet. Schriften.

Während Berthollet mit Scharfsinn in die Gesetze der Affinität einzudringen suchte, waren mehrere andere Chemiker an einzelnen Forschungen über denselben Gegenstand mit Erfolg thätig. Jener suchte die Lehre von der Affinität zu einem Ganzen zusammenzufassen, diese beschäftigten sich mit der Bestimmung, in welchen Gewichtsverhältnissen durch die Verwandtschaft zusammengefügt sich chemische Verbindungen in der Natur vorfinden. Wir gehen jetzt zu der Betrachtung dieser Chemiker über, welche die quantitative Analyse zu einer solchen Ausbildung erhoben, daß ihre Resultate sich der

Ausbildung der empirischen Untersuchungen über die quantitative Zusammensetzung der Verbindungen.

*) Die Akademie zu Turin entstand aus einer Privatgesellschaft, welche von 1758 an ihre Schriften in lateinischer Sprache herausgab; als königliche Gesellschaft autorisirt, publicirte sie von 1760 an Denkschriften in französischer Sprache, zuerst als Mélanges de Philosophie et de Mathematique, von 1783 an als Mémoires.

Ausbildung der empirischen Untersuchungen über die quantitative Zusammensetzung der Verbindungen.

Wahrheit genugsam näherten, um die wichtigsten Entdeckungen vorzubereiten.

Die Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung war durch Lavoisier besonders veranlaßt worden; Meister in der Kunst, die schwierigsten Versuche anzustellen, hat er auch mehrere quantitative Analysen uns hinterlassen, deren Genauigkeit, im Verhältnisse zu den Hindernissen, welche damals noch solchen Bestimmungen im Wege standen, in Erstaunen setzt. Lavoisier's derartige Versuche hatten sich alle nur auf einfachere Verbindungen erstreckt; gleichzeitig mit ihm hatte Bergman für die chemische Analyse im Allgemeinen brauchbarere Vorschriften gegeben, und namentlich die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung als nothwendig für die Naturgeschichte der Mineralien hervorgehoben. An die Bemühungen Bergman's lehnen sich die Untersuchungen der zunächst folgenden Chemiker an, welche, mit Lavoisier's richtigeren Ansichten über die Constitution der chemischen Verbindungen ausgerüstet, die analytische Chemie großartige Fortschritte machen lassen. Klaproth und Vauquelin nehmen hier eine ausführlichere Betrachtung ihrer Leistungen in Anspruch; der mineralogischen Chemie ist ihre Thätigkeit hauptsächlich zugewandt, und die chemische Kenntniß der Fossilien der nächste Zweck ihrer Untersuchungen. Als gleichzeitig ausgezeichnet in der chemischen Analyse haben wir dann Proust zu betrachten, der seine Arbeiten nicht allein auf die Zusammensetzung der natürlich vorkommenden chemischen Verbindungen richtet, sondern sie zur Entscheidung einer Principfrage für die theoretische Chemie anwendet, nämlich ob der Begriff der chemischen Verbindung im Allgemeinen den der constanten Zusammensetzung einschließt oder nicht; und mit der Entscheidung dieser Frage wird für die theoretische Chemie ein neues Gebiet von Forschungen eröffnet.

Von diesen verschiedenen Bemühungen, die Zusammensetzung nach Gewicht kennen zu lernen, betrachten wir hier zuerst die auf Erkenntniß der Zusammensetzung der Mineralien gerichteten, weil diese Art von Untersuchungen als die Schule anzusehen ist, in welcher überhaupt die quantitative Analyse sich den gehörigen Grad von Genauigkeit erwarb, um als Schiedsrichterin in den wichtigsten Fragen der theoretischen Chemie auftreten zu können. Diese Art von Untersuchungen war es auch hauptsächlich, welche das Gebiet der Chemie in der Art erweiterte, daß neue Entdeckungen die Zahl der bis dahin angenommenen einfachen Körper, und somit die Zahl

der kennen zu lernenden chemischen Verbindungen überhaupt, mehrten. Unter denjenigen Chemikern, die mit besonderm Erfolge in dieser Richtung arbeiteten, müssen wir aus jener Zeit, wo Lavoisier's antiphlogistische Theorie eben zur herrschenden wurde, zuerst Klaproth hervorheben.

Aufnahme der antiphlogistischen Theorie in Deutschland.

Klaproth zuerst unter den deutschen Chemikern dieses Zeitalters schließt sich der quantitativen Untersuchungsweise ganz an, erkennt die Folgerungen für gültig, welche sich aus ihr für die Theorie der Chemie im Allgemeinen ergeben, und bildet die quantitative Richtung selbstständig und mit großem Erfolge weiter aus. Diese Richtung zur Anerkennung zu bringen, hielt gerade in Deutschland schwerer als in jedem der andern Länder, wo damals die Chemie mit Eifer getrieben wurde. Die Anerkennung der quantitativen Untersuchungsweise als des wichtigsten Forschungsmittels für die Chemie schloß nothwendig die Annahme der antiphlogistischen Theorie, die Verwerfung der Phlogistonhypothese, ein; in keinem Lande aber war die Phlogistontheorie so allgemein bekannt, so bei den Chemikern beliebt, als in demjenigen, wo sie zuerst aufgestellt, wo sie vorzüglich ausgebildet worden war. Anhänglichkeit an das hergebrachte System und nationales Vorurtheil vereinigten sich, um gegen jede Neuerung in der Verbrennungstheorie Widerstand zu leisten; schon nachdem Lavoisier's Ansichten sich in Frankreich zur allgemeinen Geltung erhoben hatten, nachdem auch in anderen Ländern die bedeutenderen Chemiker ihnen beigetreten waren, dauerte in Deutschland der Kampf noch fort, welchen die Anhänger der Stahl'schen Lehre mit Hartnäckigkeit aufrecht hielten; erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, ein Jahrzehend später als in Frankreich, wird die antiphlogistische Theorie in Deutschland zur herrschenden; in dieser Zwischenzeit mühten sich ausgezeichnete Kräfte vergebens ab, die Phlogistontheorie zu halten oder mit der neuen Lehre zu vermitteln, und in diese wenigstens den Begriff und den Ausdruck Phlogiston überzuführen. Die gediegensten Leistungen dieser Zwischenzeit blieben ohne Einfluß auf den Zustand der Chemie im Allgemeinen, weil sie in einer Form verbreitet wurden, deren Ausdrucksweise veraltet oder in sich inconsequent war; denn Inconsequenzen gingen zahlreich aus dem Bestreben hervor, die Resultate der neueren Untersuchungsweise, welche nicht zu leugnen waren, mit einer Theorie in Uebereinstimmung bringen zu wollen, welche mit jener Untersuchungsweise absolut unverträglich war. Zudem hatte fast jeder deutsche Chemiker der damaligen Zeit seine eigenen Ansichten,

Aufnahme der antiphlogistischen Theorie in Deutschland.

wie man den Begriff des Phlogistons mit den Lavoisier'schen Arbeiten vereinbaren könne, und keiner erkannte die der anderen an. In Folge eines solchen Zustandes erscheinen die meisten Arbeiten deutscher Chemiker aus jener Zeit — obgleich in vieler Beziehung höchst verdienstvoll, zuweilen für die wichtigsten Fragen der Chemie Aufklärung bietend, ihrem Zeitalter weit voranschreitend und deßhalb erst später gehörig gewürdigt — doch von untergeordnetem Interesse für die Auffassung, wie sich der Totalzustand der Chemie damals ausbildete, da die abweichenden Meinungen über die chemische Theorie im Allgemeinen, über Nomenclatur u. s. w. sie nur in beschränkterem Kreise bekannt werden ließen, und kräftigerer Einfluß auf die Entwicklung der chemischen Wissenschaft im Allgemeinen ihnen auf diese Art entzogen wurde. Denn mit dem größten Eifer wurden gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts in Deutschland chemische Untersuchungen betrieben. Die Zahl der hieran Antheil Nehmenden, die Masse der Leistungen wuchs auch hier so heran, daß die Schriften der gelehrten Gesellschaften nicht mehr zur Aufnahme aller Arbeiten hinreichten, und daß die Gründung besonderer Zeitschriften für Scheidekunst nöthig wurde. Wir heben von diesen diejenigen hervor, welche vorzüglich die Arbeiten der bedeutenderen Chemiker enthalten; vor allen aus jener Zeit verdienen die Zeitschriften des um die Verbreitung der Chemie in Deutschland hochverdienten L. v. Crell Erwähnung, welche unter verschiedenen Titeln eine lange Reihe von Jahren hindurch für die Leistungen der deutschen Chemiker eine Uebersicht geben. An sein »chemisches Journal« (1778 begonnen) schlossen sich (von 1781 an) »die neuesten Entdeckungen in der Chemie,« und als Fortsetzung dieser Zeitschrift (von 1784 an) die »chemischen Annalen,« welche 1803 mit einem andern periodischen Werke, A. N. Scherer's (seit 1798 erschienenen) »allgemeinem Journal der Chemie« vereinigt wurden in das (von Gehlen herausgegebene) »Neue allgemeine Journal der Chemie.« Mehrere andere Zeitschriften entstanden damals noch, deren vollständigere Aufzählung hier weniger nöthig scheint, welche aber sämmtlich für den Eifer Zeugniß geben, womit damals die Chemie in Deutschland bearbeitet wurde.

So ausgezeichnet in vieler Beziehung die Leistungen waren, welche Bucholz, Hermbstädt, Gren, Richter, Trommsdorff, Wenzel, Westrumb, Wiegleb und Andere anstellten, so vielen Fortschritt sie in der chemischen Kenntniß einzelner Stoffe, in einzelnen theoretischen Lehren oder in der Anwendung der Chemie auf Künste und Wissenschaften boten,

so war doch ihr Einfluß auf die Gestaltung unserer Wissenschaft nicht allgemein, nicht durchgreifend genug, daß für diese Männer hier eine ausgedehntere Besprechung nöthig wäre. Für Einen deutschen Chemiker jener Zeit, für Klaproth, ist es jedoch unbestritten, daß er unter den ersten Beförderern der Chemie zählt, und eine speciellere Darlegung seiner Arbeiten wird ergeben, wie großen Antheil er an der Entwicklung dieser Wissenschaft und namentlich an der Ausbildung und Anwendung der quantitativen Untersuchungsweise hat. Aufnahme der antiphlogistischen Theorie in Deutschland.

Martin Heinrich Klaproth war 1743 zu Wernigerode am Harz geboren. Der Unterricht, welcher ihm zu Theil wurde, trug nur wenig zu der wissenschaftlichen Ausbildung bei, die er sich später zu eigen machte; alle seine Kenntnisse, die er sich bis zu seinem sechzehnten Jahre erwerben konnte, beschränkten sich auf die, welche in der Stadtschule zu Wernigerode gelehrt wurden. In diesem Alter bestimmte sich Klaproth dem Apothekerstande; er brachte nun sieben Jahre, theils als Lehrling, theils als Gehülfe, in einer Apotheke zu Quedlinburg zu, wo ihm indeß gleichfalls nur sehr wenig Gelegenheit geboten war, sich weiter als in den mechanischen Handfertigkeiten seiner Kunst auszubilden. Glücklicher in dieser Beziehung war er in Hannover, wo er von 1766 bis 1768 als Gehülfe sich aufhielt, indem er hier zuerst mit besseren Lehrbüchern der Chemie bekannt wurde, die seinen Sinn für wissenschaftliches Studium weckten. Zu seiner weitern Ausbildung wünschte er nach Berlin zu gehen, wo damals die ausgezeichnetsten der deutschen Chemiker, Pott und Marggraf, wirkten. Er hatte 1768 Gelegenheit, in einer Apotheke dieser Stadt als Gehülfe einzutreten, und bemühte sich nun, so viel in seinen Kräften stand, ebensowohl seine, bis dahin ziemlich vernachlässigte, allgemeinere gelehrte Bildung nachzuholen, als auch in der Chemie sich gründlichere Kenntnisse zu erwerben. Im Herbste 1770 verließ er Berlin, um eine ihm angebotene Stelle in Danzig anzutreten, allein schon im Frühling des folgenden Jahres kehrte er nach Berlin zurück, und wurde Gehülfe in der Apotheke von Valentin Rose, einem Chemiker, der damals durch umfassende Kenntnisse in seiner Wissenschaft und mehrere tüchtige Untersuchungen sich rühmlichst bekannt gemacht hatte. Ein enges freundschaftliches Verhältniß entspann sich zwischen Klaproth und V. Rose, das jedoch schon 1771 durch den Tod des Letztern getrennt wurde; Klaproth übernahm nun die Verwaltung der Apotheke; Klaproth's Leben.

Klaproth. Leben.

er leitete zugleich die Erziehung der beiden von Rose hinterlassenen Söhne, von welchen sich der eine zu einem ausgezeichneten Chemiker heranbildete, dessen Untersuchungen zum Theil noch jetzt von Wichtigkeit sind, und viele Arbeiten von Klaproth wurden unter dieses, seines Zöglings und Freunds, thätiger Mitwirkung ausgeführt. — Klaproth hatte nunmehr Gelegenheit, selbstständigen chemischen Untersuchungen sich hingeben zu können; von 1780 an besonders, wo er sich ein eigenes zweckmäßiges Laboratorium einrichtete, publicirte er viele Arbeiten, welche ihm bald den Ruhm eines ausgezeichneten Analytikers sicherten. Die Anerkennung, welche er in seiner nächsten Umgebung fand, erleichterte ihm noch mehr seine wissenschaftlichen Bestrebungen; 1782 wurde er zum Mitglied des Sanitätscollegiums ernannt; in die Akademie der Künste zu Berlin trat er 1787, in die der Wissenschaften 1788 als Mitglied ein. Schon einige Jahre vor dieser Zeit hatte Klaproth Vorlesungen über Scheidekunst, besonders für Artillerieofficiere, gehalten, und bald darauf wurde er zum Professor der Chemie an der Artillerieschule und mehreren anderen ähnlichen Anstalten ernannt; bei der Errichtung einer Universität zu Berlin, 1809, erhielt er die ordentliche Professur der Chemie an derselben. In jeder Weise hoch geehrt lebte Klaproth bis zum Anfange des Jahres 1817, wo er im 74. Jahre seines Alters ein stets thätiges, der Wissenschaft mit dem glänzendsten Erfolge gewidmetes Leben endigte.

Allgemeiner Charakter.

Ebenso ausgezeichnet, wie Klaproth als Naturforscher war, ebenso achtbar war er als Mensch; frei von aller Selbstsucht, aller Anmaßung zeigte sich stets sein rechtlicher und wohlwollender Charakter in seinem Privatleben wie in seinem wissenschaftlichen Auftreten. In der Mittheilung neuer Entdeckungen bescheiden und anspruchslos, zeigte er sich auch bei der Berichtigung oder Widerlegung Anderer stets frei von Bitterkeit, und wußte jeden Schein von Persönlichkeit aus wissenschaftlichen Discussionen entfernt zu halten. Es war stets nur das Streben nach wissenschaftlicher Erkenntniß, welches seine Arbeiten und seine schriftstellerischen Leistungen leitete, und Ruhmsucht hatte keinen Antheil daran; aber seine Bemühungen lohnten sich ihm doch reichlich, denn die Resultate, die er dabei erhielt, trugen wesentlich dazu bei, der Chemie ihre heutige Ausbildung, was die Kenntniß der Bestandtheile der chemischen Verbindungen betrifft, zu verleihen. Vieler einzelner seiner Untersuchungen werde ich in den folgenden Theilen zu erwähnen ha-

ben, und beschränke mich hier auf die Angabe derjenigen seiner Leistungen, welche für die Chemie vorzugsweise folgereich geworden sind. Klaproth.

Um die Anerkennung der antiphlogistischen Theorie in Deutschland hat Klaproth vorzüglich sich verdient gemacht. In keinem andern Lande hatte sich das phlogistische System so eingewurzelt, als hier; ein gewisses nationales Gefühl, das in jenen Zeiten besonders in der Wissenschaft sich geltend machte, ließ zudem die deutschen Chemiker sich sträuben, Stahl's, ihres Landsmanns, System gegen die moderne Chimie française zu vertauschen, welche von denjenigen Chemikern Frankreichs, die sie am hartnäckigsten bekämpft hatten, jetzt, nach ihrem Uebertritt, am übermüthigsten zur Schau getragen wurde. Frei von jedem Vorurtheil unterwarf Klaproth die Streitfrage, ob die Hypothese des Phlogistons beizubehalten, ob zu verwerfen sei, einer ruhigen Prüfung; 1792 schlug er der Berliner Akademie vor, die Versuche über Verbrennung und Verkalkung einer genauen Revision zu unterwerfen; das Resultat bestätigte Lavoisier's Angaben und die von diesem gezogenen Schlußfolgerungen, und Klaproth und mit ihm die anderen naturwissenschaftlichen Mitglieder der Akademie wurden zu Anhängern des antiphlogistischen Systems; sie gaben ein Beispiel, dem bald die Mehrzahl der ausgezeichneteren Chemiker Deutschlands folgte.

So erwarb sich Klaproth Verdienste um die Geltendmachung der richtigen chemischen Theorie im Allgemeinen, und er trat hier der Ansicht eines Andern ohne Rückhalt bei. Gehen wir aber nun zu der Besprechung derjenigen seiner Arbeiten über, welche ihm eigenthümlich sind, und zum Muster für alle seine Zeitgenossen und nächsten Nachfolger wurden; zu seinen Arbeiten in der analytischen Chemie, welcher Zweig unserer Wissenschaft von ihm seinen heutigen Charakter aufgeprägt erhielt. Chemische Leistungen.

Größere Brauchbarkeit der bei solchen Untersuchungen sich ergebenden Resultate verlieh ihnen im Allgemeinen Klaproth dadurch, daß er zuerst den Gebrauch einführte, als Ergebniß einer quantitativen Analyse nicht corrigirte Werthe, sondern die unmittelbar durch den Versuch gefundenen Data mitzutheilen. Der Verlust oder der Ueberschuß, welchen eine Analyse fast immer giebt, war bisher stets von den untersuchenden Chemikern selbst nach bestem Gutdünken, oft aber auch nach einmal gefaßten Vorurtheilen, ausgeglichen worden, und als Resultat der Beobachtung wurde nicht das Ergebniß der Versuche selbst, sondern fast immer nur die Schlußfolgerungen mitge-

Klaproth. Chemische Leistungen.

theilt, welche man mit mehr oder weniger Recht aus den Versuchen ziehen zu können glaubte. Es war so jeder Anhaltspunkt, wonach sich ein anderer Chemiker ein Urtheil über die Zuverlässigkeit der Angabe hätte bilden können, abgeschnitten; es erklärt sich so, wie viele grundfalsche Angaben über die quantitative Zusammensetzung, von vielen Salzen z. B., lange Zeit auf die bloße Autorität des Beobachters hin für richtig gehalten werden konnten, denn für alle solche Angaben wurden die einzelnen Data der Versuche nie mitgetheilt, die Fehlergrenze ließ sich nicht beurtheilen. Klaproth zuerst führte es ein, nicht nur die eigene Ueberzeugung über die Zusammensetzung einer Verbindung bekannt zu machen, sondern auch vollständig die Einzelnheiten der Untersuchung darzulegen; die Uebereinstimmung des Gewichts der erhaltenen Bestandtheile zusammen mit dem angewandten Gewichte der zu untersuchenden Substanz gab nunmehr einen Maßstab für die Genauigkeit der Untersuchung, für die Zulässigkeit der gebrauchten Methoden. Und indem man jetzt die begangenen Fehler nicht mehr verhehlte, wurde man auf ihre Quellen aufmerksamer, man wurde auf Mittel geführt, sie zu vermeiden. Die Fortschritte, welche die analytische Chemie seitdem gemacht hat, die Entdeckung vieler neuer Substanzen, beruhen allein auf dieser Art, die Untersuchung durchzuführen und mitzutheilen, indem eine allzugroße Abweichung des Gewichts der Bestandtheile von dem der Substanz nur durch eine fehlerhafte Methode oder durch die Vernachlässigung eines in der Substanz noch enthaltenen Bestandtheils verursacht sein kann. Klaproth's Methode, die Resultate der Arbeiten mitzutheilen, verleihen zugleich diesen erst die eigentliche, bleibende Brauchbarkeit; werden die Resultate genau so, wie sie der Versuch gab, mitgetheilt, so behalten sie auch bei Erweiterung der Wissenschaft immer noch ihren ursprünglichen Werth; es lassen sich an ihnen immer noch die Berichtigungen anbringen, welche das Fortschreiten der Wissenschaft neu kennen lehrt. So namentlich ließen sich auf viele von Klaproth's Beobachtungen lange nach der Zeit, wo sie angestellt wurden, die Correctionen der Berechnung anwenden, deren Berücksichtigung durch spätere Fortschritte in der Chemie nothwendig wurde. Im Gegentheil sehen wir, daß alle solche Untersuchungen, wo nicht die Originaldata, sondern nur die abgeleiteten Resultate zur Oeffentlichkeit gekommen sind, auch nur auf eine sehr vorübergehende Gültigkeit Anspruch machen können; es sind diese nicht fähig, mit der weitern Ausbildung der Wissenschaft sich berichtigen zu lassen, und der Nachweis des Einflusses eines einzigen Umstandes,

dessen Berücksichtigung früher nicht nöthig erschien, nimmt solchen Untersuchungen ihren Werth, weil bei dem Mangel der Originaldata die aus ihm sich ergebende Correction nicht mehr eingeführt werden kann. Gerade jetzt, wo viele Fundamentalangaben in der Chemie, über die Zusammensetzung solcher Verbindungen, in der Form welcher die letzten Bestandtheile immer bestimmt werden, als unsicher bestritten sind, haben wir Ursache, für die durch Klaproth hauptsächlich eingeführte Methode, die Resultate von Untersuchungen darzulegen, dankbar zu sein, weil die Resultate in dieser Art ausgedrückt zwar in verschiedener Art berechnet werden können, an und für sich aber stets ihren eigenthümlichen Werth behalten.

Klaproth. Chemische Leistungen.

Nicht nur für die Methode, die Resultate von Untersuchungen mitzutheilen, sondern noch viel mehr dafür, wie sie zu erhalten seien, hat Klaproth durch seine eigenen Arbeiten das ausgezeichnetste Vorbild gegeben. Von allgemeinen Operationen in der analytischen Chemie hebe ich hier zuerst die Vervollkommnungen hervor, die er in Bezug auf das Aufschließen kennen lehrte; die Anwendung der ätzenden oder kohlensauren Alkalien zu diesem Zweck verbesserte er, die des kohlensauren Baryts führte er zuerst ein. Er zuerst lehrte den Einfluß kennen, welchen das Material der Geräthschaften, des Mörsers z. B., in welchem die zu untersuchende Substanz gepulvert wird, auf das Resultat der Analyse ausübt, und zeigte die Nothwendigkeit, ihn in Rechnung zu bringen. Ebenso sind viele Methoden, einzelne Stoffe von einander zu trennen, ihm eigenthümlich, auf welche ich bei der Geschichte der analytischen Chemie und der betreffenden Gegenstände zurückkommen werde.

Als nothwendige Folgen seines Talents, seiner Ausdauer und der Anwendung der eben besprochenen verbesserten Methoden gingen aus seinen Händen Arbeiten hervor, die stets Berichtigung bisher angenommener Irrthümer oder die Erkenntniß neuer wichtiger Wahrheiten in sich schlossen. Schon im Anfang seiner wissenschaftlichen Laufbahn zeigten seine Untersuchungen die Genauigkeit und Sicherheit, welche ihn zur Aufdeckung von Anderen begangener Irrthümer berechtigte, und seine Bemühungen in diesen Beziehungen vereinigten sich öfters mit den gleichartigen Scheele's, die wir oben besprachen. Einer der Ersten zeigte auch z. B. Klaproth (1784), daß der von Bergman im kaltbrüchigen Eisen aufgefundene Stoff nicht ein eigenthümliches Metall, sondern eine Verbindung von Phosphor mit Eisen sei; einer der Ersten widerlegte er auch (1785) Proust's Be-

Klaproth. Chemische Leistungen.

hauptung, daß aus der phosphorsauren Soda sich durch Einwirkung von Säuren eine eigenthümliche Substanz, die Perlsäure, ausscheide, und zeigte die wahre Beschaffenheit derselben. Als mehrere Angaben (1790) sich dahin vereinigten, daß man verschiedene Erden durch Glühen mit Kohle zu Metallen reduciren könne, war es wieder Klaproth, der sogleich nachwies, daß das Metall aus dem Eisengehalt der Tiegel und der Unreinigkeit der angewandten Ingredienzien stamme, und viele andere ähnliche Berichtigungen zu machen, hatte Klaproth oft Gelegenheit, zu einer Zeit, wo viele Chemiker noch, von dem Drange, in jeder Wahrnehmung eine interessante Entdeckung zu sehen, hingerissen, falsche Beobachtungen für beweisend ansahen, oder aus richtigen nicht die wahren Folgerungen zu ziehen wußten.

Genauer und versichtiger bei seinen Arbeiten zu Werke gehend, kam hingegen Klaproth selbst nur höchst selten in den Fall, eine angekündigte Entdeckung später als ungegründet zurücknehmen zu müssen, und wo er irrte, wie z. B. bei der Annahme eines eigenthümlichen Stoffs, der Diamantspatherde, in dem Diamantspath, war er auch der Erste, welcher den begangenen Irrthum einsah und öffentlich widerrief. Er zuerst entdeckte 1789 die Eigenthümlichkeit des Urans, indem er bei seiner Untersuchung der Pechblende darin ein neues Metalloxyd entdeckte, welches er auch im metallischen Zustande darstellte. In demselben Jahre entdeckte er die Zirkonerde, 1795 das Titan als ein eigenthümliches, im rothen Schörl enthaltenes Metall, 1803 das Cer (welches er zuerst Ochroit nannte), und bezeichnete so jede Periode seiner Arbeiten durch glänzende Entdeckungen, deren Zahl noch durch die der Honigsteinsäure (1799) und mehrere andere vermehrt werden könnte.

Mit gleichem Scharfsinn, dabei mit völliger Unparteilichkeit und ohne sich von den Verdiensten Anderer etwas aneignen zu wollen, beschäftigte er sich mit der Untersuchung von Stoffen, welche schon andere Chemiker für eigenthümliche gehalten hatten, und wo oft seine genauen Untersuchungen noch sehr nothwendig waren, um die Eigenthümlichkeit wirklich nachzuweisen. So zeigte er 1793 die Verschiedenheit der Strontianerde von dem Baryt, und diese Entdeckung gebührt ihm sogar insofern fast ganz, als er von der wenige Jahre zuvor anderwärts ausgesprochenen Andeutung dieser Verschiedenheit keine Kunde gehabt zu haben scheint; 1798 die Eigenthümlichkeit des 1782 von Müller von Reichenstein zuerst bemerkten Tellurs, 1798 die des von Vauquelin entdeckten Chroms, 1799 der von dem=

selben französischen Chemiker entdeckten Glycinerde, und 1801 der von Gadolin angezeigten und von Ekeberg nachgewiesenen Yttererde.

Klaproth. Chemische Leistungen.

Ich übergehe seine anderen zahlreichen einzelnen Untersuchungen, welche die Erkenntniß der Zusammensetzung für mehrere hundert Arten von Mineralien umfassen; erwähnt mögen indeß doch noch werden seine Arbeiten über Meteorsteine, wo er zuerst auf den merkwürdigen Umstand ihrer stets gleichartigen Mischung aufmerksam machte. Wenden wir uns nun zu der Betrachtung Klaproth's literarischer Leistungen. Seine Abhandlungen sind ursprünglich in einer Menge von periodischen Werken zerstreut, deren thätiger Mitarbeiter er war; die Denkschriften der Berliner Akademie von 1786 an, Crell's chemische Annalen von 1784 an und die Zeitschriften, welche sich diesem Journal anschlossen, die Schriften der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde *) von 1785 an, Köhler's bergmännisches Journal, z. B. für 1788 u. a., Selle's Neue Beiträge zur Natur- und Arzneiwissenschaft, z. B. für 1782 u. a., das (von 1795 an erscheinende) Berliner Jahrbuch der Pharmacie, Höpfner's Magazin zur Naturkunde Helvetiens und mehrere andere weniger gekannte Zeitschriften enthalten eine große Menge Abhandlungen von ihm. Klaproth selbst sammelte von 1795 an diese zerstreuten Aufsätze, so weit sie auf Zerlegung von Mineralien Bezug haben, und gab diese Sammlung unter dem Titel: »Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper« in fünf Bänden (1795 bis 1810) heraus; als sechster Band schließt sich eine andere Zusammenstellung an, welche auch unter dem Titel: »Chemische Abhandlungen gemischten Inhalts« 1815 erschien. — Von seinen anderen literarischen Arbeiten ist hier noch der Antheil hervorzuheben, welchen er an dem gemeinschaftlich mit Wolff herausgegebenen chemischen Wörterbuche (5 Bde., 1807 — 1810, französische Uebersetzung 1811) hatte. In den Jahren 1806 und 1807 gab er auch eines verstorbnen Gelehrten, Gren's, Handbuch der Chemie (3 Thle.) umgearbeitet heraus; 1800 hatte er schon Wolff's Uebersetzung von Vauquelin's Probirkunst mit schätzbaren Anmerkungen bereichert, wie er überhaupt das Bekanntwerden ausländischer Werke in Deutschland nach allen Kräften förderte.

Schriften.

Gleichzeitig mit Klaproth, und in derselben Richtung, die quanti-

*) Diese thätige Privatgesellschaft wurde 1773 gestiftet; ihre Schriften erschienen, unter öfters verändertem Titel, von 1775 an.

tative Analyse zur Erkenntniß der Mineralien ausbildend, arbeitete in Frankreich Vauquelin, der zudem noch auf viele andere Zweige der Chemie seine ausgezeichneten Untersuchungen ausdehnte.

Vauquelin.

Leben.

Louis Nicolas Vauquelin war der Sohn eines Landmanns zu Hebertot in der Normandie (Departement Calvados), dem er 1763 geboren wurde. Er trat zu Rouen bei einem Apotheker in die Lehre, und ging 1780 nach Paris, wo er von Fourcroy in dessen Laboratorium als Gehülfe beschäftigt wurde. Hier brach sich Vauquelin's ausgezeichnetes Talent für die Chemie bald Bahn; in kurzer Zeit war er nicht mehr der nur dienende Gehülfe Fourcroy's, sondern sein Mitarbeiter, der in dem experimentellen Theil der von beiden gemeinschaftlich publicirten Abhandlungen bei weitem den größern Antheil hatte. Vauquelin zeichnete sich durch seine chemischen Untersuchungen bald so aus, daß er 1791 Mitglied der Pariser Akademie wurde. Als diese Anstalt 1793 aufgehoben wurde, ging er als Vorsteher der Apotheken an das Militärhospital zu Melun, aber schon 1794 kehrte er nach Paris zurück, um da an der Leitung des Bergbaues Theil zu nehmen. Er bekleidete hier zugleich die Stelle eines Professors der Chemie an der École des mines, lehrte an der polytechnischen Schule, führte die Inspection über das Probirverfahren bei der Münze, und bei der Errichtung des Nationalinstituts (1795) wurde er Mitglied desselben. Auch bei der Stiftung der Ehrenlegion (1802) wurde er von Napoleon sogleich zum Mitglied derselben ernannt. Seine Lehrstellen wechselte er später mehrmals; mit Abtretung seiner Stelle als Bergbauinspector übernahm er bald die Professur der Chemie an dem Collége de France und die Direction der neu errichteten Specialschule der Pharmacie; später wurde er Professor der Chemie an dem Jardin des plantes und nach seines Freundes Fourcroy Tode, für dessen Hinterlassene er Sorge trug, wurde er 1811 Professor der Chemie an der medicinischen Facultät zu Paris. Sein praktischer Sinn ließ ihn zugleich unter allen diesen Verhältnissen mit Vorliebe die Bereitung chemischer Präparate im Großen betreiben, und er war es, durch welchen die meisten Chemiker Frankreichs die schwieriger zu bereitenden Substanzen bezogen. In seinem Laboratorium fanden auch viele junge Männer Beschäftigung, welche später der Wissenschaft vorzügliche Dienste leisteten, und bedeutende Chemiker Frankreichs und Deutschlands rühmten sich Vauquelin's Unterrichts. Aller seiner amtlichen Pflichten wurde er 1822 durch Pensionirung enthoben, aber er fuhr

fort, für die Wissenschaft unausgesetzt thätig zu sein, und mehrere Abhandlungen datiren noch aus diesen letzteren Jahren seines Lebens. In dem Departement Calvados wurde er zum Deputirten erwählt, und er befand sich eben an seinem Geburtsort, als ihn eine lange und schmerzhafte Krankheit überfiel, welcher er gegen das Ende von 1829 unterlag. Vauquelin. Leben.

Ein ausgezeichneter Charakter wußte sich Vauquelin von allen Umtrieben, welche zu seiner Zeit in Frankreich die Gemüther bewegten, frei zu halten und doch sich überall Achtung zu gewinnen. Wir haben hier zu betrachten, in welcher Weise er mit seltener Vielseitigkeit die verschiedenen Zweige der Chemie förderte, und in einem Zeitraum von beinahe funfzig Jahren mit der Wissenschaft fortzuschreiten wußte, deren Anforderungen seine Arbeiten jederzeit Genüge leisteten. Unter den vielfachen Arbeiten, durch welche er sich einen ausgezeichneten Rang schon unter den ersten Anhängern der antiphlogistischen Theorie zu erwerben, und sein Ansehn durch stets fortgesetzte neue Leistungen sich so lange ungeschwächt zu erhalten wußte, hebe ich hier nur seine vorzüglichsten Entdeckungen hervor. Allgemeiner Charakter.

Das ganze Gebiet unserer Wissenschaft, die unorganische sowohl als die organische, die synthetische und die analytische Chemie, ist durch ihn bebaut worden; diejenigen seiner Untersuchungen, welche in der Art der Ausführung als besonders musterhaft gelten, gehören der unorganischen Chemie an, und seine dahin gehörigen Entdeckungen mögen hier zuerst erörtert werden.

Es war ein günstiger Umstand für die Wissenschaft, daß gleichzeitig mit Vauquelin auch Haüy, einer der ersten Mineralogen seiner Zeit, an der École des mines thätig war. Von diesem wurde er zur Analyse von Mineralien veranlaßt, und zugleich mit den zu untersuchenden Species versehen; es gewannen damals diese analytischen Untersuchungen ein um so größeres Interesse, als es galt, die Trennungen von Mineralien, welche Haüy auf seine krystallographischen Forschungen hin anstellte, durch Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung bestätigt zu sehen. — Die Resultate, welche Vauquelin aus seinen früheren Untersuchungen ableitete, gelten für weniger zuverlässig, als die von Klaproth angegebenen, wie denn überhaupt der Erstere, was Mineralanalysen angeht, sich nicht zu dem Scharfsinn an neuen analytischen Methoden, nicht zu der vollendeten Genauigkeit, wie der Mineralogisch-analytische Leistungen.

Vauquelin. Mineralogisch-analytische Leistungen.

Letztere, zu erheben wußte; in vielen Fällen ist es indeß zweifelhaft, ob die Differenzen hinsichtlich der Zusammensetzung eines Minerals zwischen Vauquelin's Resultaten und den später gefundenen auf einer fehlerhaften Analyse dieses Chemikers, oder aber auf der unrichtigen Auswahl des zur Analyse verwandten Materials beruht, in welch letzterem Fall die Schuld mehr auf Hauy fallen würde. — Aber außer dem Antheil, welchen Vauquelin an der, immer bei dem Fortschreiten der Wissenschaften sich anders gestaltenden, chemischen Kenntniß der Mineralien hat, erwarb er sich unvergängliche Verdienste durch die Entdeckung zweier eigenthümlicher Körper, des Chroms und der Glycinerde, welche er zuerst als neue Stoffe erkannte und außer Zweifel setzte.

Schon 1789 hatte er versucht, den sibirischen rothen Bleispath zu zerlegen, ohne daß es ihm damals gelungen wäre, den darin mit Bleioxyd verbundenen Stoff genauer zu erkennen. Er nahm die Untersuchung 1797 wieder vor, und es glückte ihm nun, die in jenem Mineral an Bleioxyd gebundene Säure auch auf andere Salzbasen überzutragen. Er zeigte, daß diese Säure die Sauerstoffverbindung eines neuen Metalls ist, dem er wegen der schönen Farbe aller seiner Verbindungen den Namen Chromium beilegte. — Vauquelin's Untersuchungen über das Chrom war eine äußerst vollständige; die meisten und wichtigsten Eigenschaften dieser Substanz und ihrer Verbindungen wurden durch ihn fest gestellt.

Ein Jahr später, 1798, fand Vauquelin einen andern neuen Stoff in dem Beryll, die Glycinerde, deren Eigenthümlichkeit, und namentlich den Unterschied von Alaunerde, er durch überzeugende Versuche nachwies.

Es würde zu weit führen, über Vauquelin's zahlreiche Analysen unorganischer Verbindungen hier eine vollständigere Aufzählung zu versuchen; bis zu dem Ende seines Lebens führte er derartige Arbeiten aus, und stets berücksichtigte er sorgfältig alle durch die Fortschritte der Wissenschaft gewonnenen Hülfsmittel; seine Arbeiten waren immer im Niveau der Wissenschaft; er blieb nicht zurück, was gerade doch in einer so schnell fortschreitenden Wissenschaft, wie die Chemie, so häufig der Fall ist. An viele Entdeckungen knüpfte er seinen Namen, indem er sogleich nach ihrem Bekanntwerden die Richtigkeit der Angaben prüfte, und neue lehrreiche Versuche anstellte. Ich führe hier von seinen einzelnen Arbeiten aus der unorganischen Chemie noch an die über den Alaun (1797), worin er die Nothwendigkeit eines Kaligehalts darthat; 1799 untersuchte er zuerst die

unterschwefligsauren Verbindungen; eine große Arbeit über die Trennungsmethoden des Platins, Palladiums, Rhodiums, Iridiums und Osmiums publicirte er noch 1813 und 1814; als das Lithion entdeckt war, 1816, wiederholte Vauquelin Arfvedson's Versuche und bestätigte sie; 1817 suchte er zuerst darzuthun, daß der Schwefel sich nicht mit den Alkalien, sondern nur mit den darin enthaltenen Metallen verbinde. Nach der Entdeckung des Cyans arbeitete Vauquelin 1818 über seine Verbindungen, und nahm zuerst die Cyansäure wahr. Vauquelin.

Die letztere Arbeit gehört mehr der organischen Chemie an, und in diesem Zweige unsrer Wissenschaft zeigte namentlich Vauquelin seine Eigenthümlichkeit, mit den Fortschritten der Chemie lange Zeit hindurch gleichen Schritt zu halten. Interessant in dieser Beziehung sind mehrere Arbeiten von ihm, wo er sich nach längeren Zwischenräumen wieder mit demselben Gegenstande beschäftigte. So untersuchte er die Aepfelsäure und ihre Salze schon 1800, wo derartige Forschungen noch sehr in ihrer Kindheit waren; er nahm die Arbeit 1817 wieder vor, und suchte nun, wo man die letzten Bestandtheile organischer Verbindungen auszumitteln anfing, auch die Elementarconstitution dieser Säure zu bestimmen. Von seinen zahlreichen Untersuchungen anderer Säuren führe ich hier noch die Entdeckung der Chinasäure (1806) an. Auf seine anderen mannichfaltigen Untersuchungen von thierischen Stoffen und von Vegetabilien kann ich hier nur wenig eingehen. Arbeiten in der organischen Chemie.

Viele der letzteren Arbeiten wurden von ihm und Fourcroy zusammen publicirt; die Mehrzahl dieser gemeinschaftlichen Leistungen geht auf die Untersuchung der verschiedenen Säfte des thierischen Körpers und von Vegetabilien; als wichtige Resultate sind hervorzuheben die Entdeckung der Benzoësäure in dem Harn von Thieren (1798), des Harnstoffs, welchen sie zuerst (1799) in reinerem Zustande erhielten, wie denn überhaupt ihre Untersuchungen über den Urin und die Harnsteine zu ihren ausgezeichnetsten Leistungen gehören. Auch über viele organische Säuren stellten sie gemeinschaftliche Arbeiten an, und suchten ihr Vorkommen in den Pflanzen und die Art der Verbindung, worin jene enthalten seien, näher zu bestimmen; sie fanden 1800, daß die von Vielen als eigenthümlich angenommene Holzsäure (durch trockene Destillation des Holzes erhalten) nur mit brenz- Gemeinschaftliche Arbeiten mit anderen Chemikern.

Vauquelin. Gemeinschaftliche Arbeiten mit anderen Chemikern.

lichem Oele verunreinigte Essigsäure sei; später suchten sie für mehrere organische Säuren darzuthun, daß sie nur Verunreinigungen gewöhnlicher vorkommender Substanzen seien; so z. B. erklärten sie 1800 die Brenzweinsäure für brenzliche Essigsäure, was sie jedoch später zurücknahmen, 1802 die Ameisensäure für ein Gemisch aus Essigsäure und Aepfelsäure, 1806 die Milchsäure für eine Verbindung von Essigsäure mit thierischem Stoff. — Die Theorie der Aetherbildung suchten sie 1797 dahin festzustellen, daß sie eine prädisponirende Verwandtschaft der starken Säuren zu dem im Alkohol seinen Bestandtheilen nach enthaltenen Wasser annahmen. — Auch unorganische Substanzen waren der Gegenstand der gemeinschaftlichen Forschungen Vauquelin's und Fourcroy's; so, um nur einige zu nennen, 1797 die Untersuchung der schwefligen Säure, von der sie viele Salze zuerst kennen lehrten, 1803 die Untersuchung des Platins und der damit vorkommenden Metalle, welche mit zu der Entdeckung des Iridiums und Osmiums beitrug.

Auch mit anderen Chemikern arbeitete noch Vauquelin in Gemeinschaft, und sein Antheil an diesen Untersuchungen ist hoch anzuschlagen. Gemeinschaftlich mit ihm zeigte z. B. Bouillon de la Grange 1797, daß die Kamphersäure eine eigenthümliche Säure, und nicht, wie behauptet worden war, mit der Benzoësäure identisch sei; zusammen mit Buniva entdeckte Vauquelin 1801 die Allantoinsäure, mit Robiquet 1806 das Asparagin, und noch mehrere andere solcher gemeinschaftlichen Forschungen ließen sich anführen, durch welche er jüngeren Chemikern Interesse für die Wissenschaft einflößte, und sie in die literarische Welt einführte.

Schriften.

Das Vorstehende zeigt hinlänglich die Mannichfaltigkeit von Vauquelin's chemischen Untersuchungen. Die Abhandlungen, worin er sie beschrieben hat, sind in vielen Zeitschriften zerstreut. Den Annales de chimie trat er 1791 als Mitherausgeber zu, und durch das ganze Bestehen dieses Journals hindurch bereicherte er es mit zahlreichen Aufsätzen, wie auch die sich an jene anschließenden Annales de chimie et de physique, worin noch in seinem Sterbejahre sich Mittheilungen von ihm finden. — Viele seiner Untersuchungen von Mineralien stehen in dem Journal des mines. Außerdem enthalten das Journal de Physique, Fourcroy's Zeitschrift: la Médécine éclairée par les sciences physiques, das Bulletin de la société philomatique (welche 1788 gestiftet worden war), das (1797

begonnene) Journal de la société des pharmaciens de Paris, das (seit 1809 erscheinende) Bulletin de Pharmacie und das (von 1815 an die Fortsetzung des vorigen bildende) Journal de Pharmacie, das (1825 anfangende) Journal de chimie médicale, die (seit 1802 begonnenen) Annales und die (sie seit 1815 fortsetzenden) Mémoires du Muséum d'histoire naturelle, und die (seit 1824 erscheinenden) Annales des sciences naturelles Abhandlungen von ihm. Von selbstständigen Werken hat Vauquelin nur sehr wenig geschrieben; eine Anleitung zur chemischen Analyse gab er 1799 in den Annales de chimie, welche (1800) in deutscher Bearbeitung als besondres Buch erschien; in amtlichem Auftrage gab er 1812 sein Manuel de l'essayeur heraus. Vauquelin. Schriften.

Klaproth's und Vauquelin's Bemühungen hatten die analytische Chemie zu einer solchen Vollkommenheit gebracht, daß sie nun die quantitative Zusammensetzung selbst complicirter Verbindungen genau bestimmen konnte. Aber eine Frage war bei ihren Untersuchungen stillschweigend als entschieden angenommen, deren Beseitigung erst von einem andern Chemiker mit unwiderleglichem Erfolge versucht wurde, nämlich die, ob den chemischen Verbindungen constante Zusammensetzung wesentlich zukommt. Daß die Meisten unter den früheren Chemikern dieses Zeitalters die chemischen Verbindungen als mit constanter Zusammensetzung begabt ansahen, daß namentlich Lavoisier dieser Ansicht war, erhellt aus seinen Bemühungen, sich über die quantitative Zusammensetzung der wichtigsten Verbindungen, wie des Wassers z. B., zu unterrichten, und aus der Mitwirkung der meisten seiner Zeitgenossen. Die Unternehmung dieser Arbeiten hätte keine Bedeutung gehabt, wenn die quantitative Zusammensetzung einer Verbindung als etwas Variables betrachtet worden wäre. Klaproth und Vauquelin hatten vorzugsweise Mineralkörper auf ihre Zusammensetzung nach Gewicht untersucht, und glaubten dadurch zur Erkenntniß der Natur dieser Substanzen beizutragen; auch sie stimmten also mit der Annahme constanter oder doch nahe constanter Zusammensetzung überein. Für die neutralen Salze unterlag es keinem Zweifel, daß dem so sei, da nur bei Einem Mengenverhältniß eine bestimmte Säure eine gewisse Basis genau neutralisirt. Aber für viele andere Verbindungen hatte es Berthollet sehr zweifelhaft gemacht, ob sich ihre Bestandtheile nur in Einem und vielleicht auch sprungweise in mehreren, oder aber vielmehr, ob sie sich in allmälig ändernden Verhältnissen verbinden Erkenntniß der constanten Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Erkenntniß der constanten Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

können; er gab constante Zusammensetzung in Einem Verhältniß nur für äußerst wenige Verbindungen zu, für die meisten glaubte er, daß sich ihre Bestandtheile innerhalb zweier Grenzverhältnisse in jeder beliebigen Proportion vereinigen lassen; daß z. B. Eisen mit Sauerstoff in allen Verhältnissen Verbindungen bilden kann, welche sauerstoffreicher als das Eisenoxydul und sauerstoffärmer als Eisenoxyd sind, daß ebenso unendlich viele intermediäre Bleioxyde zwischen der Bleiglätte und der Mennige, u. s. w. existiren. Berthollet's Autorität verschaffte seiner Ansicht große Geltung, aber die Feststellung von chemischen Thatsachen wurde durch diese Ansicht sehr gehindert. Jede falsche Analyse vertrug sich mit der Annahme, daß das Verbindungsverhältniß zweier Stoffe ganz variabel ist, und bestätigte sie scheinbar; die Kenntniß der quantitativen Zusammensetzung gab keinen Anhaltspunkt für die Definirung einer Verbindung, denn sie ging auf etwas Schwankendes; die Chemie wurde überschwemmt mit einer Unzahl von Verbindungen, die alle gleiche qualitative und ganz allmälig sich ändernde, aber nie übereinstimmende, quantitative Zusammensetzung haben sollten. Aber gleich als Berthollet dieser Ausflucht aller fehlerhaften Analysen in seinen Untersuchungen über die Verwandtschaft eine Stütze verlieh, erhob sich ein anderer Chemiker, welcher, schon durch frühere Untersuchungen vortheilhaft bekannt, sich in der Geschichte der Chemie besonders dadurch einen unvergeßlichen Namen gemacht hat, daß er constante chemische Zusammensetzung als eine wesentliche Bedingung jeder chemischen Verbindung unwiderleglich darthat. Proust war es, der alle intermediären Verbindungen in allmälig sich verändernden Verhältnissen als nicht existirend zurückwies, und zeigte, daß wenn zwei Bestandtheile sich auch in mehrfachen Verhältnissen vereinigen, diese nur wenige, und zwar sprungweise, nicht allmälig sich ändernde, sind.

Proust.

Leben.

Joseph Louis Proust war 1755 zu Angers geboren, wo sein Vater als Apotheker lebte. In dem Hause des letztern erwarb er sich die ersten pharmaceutischen Kenntnisse, und suchte sich dann zu Paris als Apothekergehülfe noch weiter auszubilden; er beschäftigte sich hier besonders mit Chemie, in welcher Wissenschaft Rouelle sein Lehrer war. Die Vacanz der Stelle eines Geschäftsführers an der Apotheke des Salpetrièrehospitals gab ihm Gelegenheit, seine Kenntnisse an den Tag zu legen; einstimmig wurde ihm unter den Bewerbern von den Schiedsrichtern diese Stelle zugesprochen, welche ihm neben einer sorgenfreien Lage hinlängliche Muße

gewährte, eigenen Untersuchungen sich hingeben zu können. Verschiedene Abhandlungen von ihm stammen aus jener Zeit. Neben der Chemie interessirte sich Proust auch lebhaft für alle anderen Naturwissenschaften und deren Anwendungen; 1784 wagte er mit Pilâtre de Rozier eine Luftfahrt, die weiteste, welche man bis dahin unternommen hatte. Bald nach dieser Zeit erhielt Proust von der spanischen Regierung ein Anerbieten, die Professur der Chemie an der Artillerieschule zu Segovia zu übernehmen; er folgte diesem Rufe, und rechtfertigte das Vertrauen, welches man in ihn gesetzt hatte, durch die erfolgreiche Aufmerksamkeit, die er der spanischen Industrie zu Theil werden ließ. Doch blieb er nicht lange zu Segovia; 1789 finde ich seiner als Professor zu Salamanca erwähnt, und gleich darauf wurde er nach Madrid berufen, um hier Chemie zu lehren. Von dem König auf das Freigebigste in seinen wissenschaftlichen Forschungen unterstützt, führte hier Proust die vorzüglichsten Arbeiten aus, welche an seine Verdienste erinnern; alle Hülfsmittel standen ihm zu Gebote; er war im Besitz eines ausgezeichneten Laboratoriums und kostbarer Sammlungen, die ihm Stoff zu vielen Untersuchungen boten. Diese günstigen Verhältnisse verwandelten sich aber bald in äußerst dürftige. Proust befand sich gerade auf einer Reise in Frankreich, als die Franzosen Madrid besetzten; die Unordnungen, welche mit diesem Ereigniß verbunden waren, ließen sein Laboratorium zerstören, seine Sammlungen plündern, seinen Wohlstand vernichten. Arm war er nun in seinem Vaterlande; ein Anerbieten Napoleon's, die von ihm gemachte Entdeckung des Traubenzuckers durch Anlegung einer Fabrik gegen eine bedeutende Gratification praktisch zu nützen, lehnte er ab, da ihm sein Gesundheitszustand nicht erlaubte, eine solche Verpflichtung einzugehen. Er zog sich nach Craon in Mayenne zurück, wo er in Dürftigkeit lebte, bis er 1816 zum Mitglied der Pariser Akademie erwählt wurde, ausnahmsweise, da sonst den Gesetzen dieses Instituts gemäß die wirklichen Mitglieder zu Paris wohnhaft sein müssen. Das Einkommen, welches er auf diese Art erhielt und das noch durch eine von Ludwig XVIII. ihm bewilligte Pension vergrößert wurde, setzte ihn wieder in den Stand, sorgenfreier seinen wissenschaftlichen Beschäftigungen zu leben; er kehrte nun nach seinem Geburtsorte Angers zurück, wo er 1826 starb.

Proust. Leben.

Unter Proust's vielfachen Untersuchungen haben für die allgemeine Geschichte der Chemie diejenigen vorzügliche Wichtigkeit, durch welche er

Chemische Leistungen.

Proust. Chemische Leistungen.

die constante Zusammensetzung für die chemischen Verbindungen geltend zu machen wußte. Nicht suchte er, wie dies Berthollet gethan hatte, seine Ansicht über diesen Gegenstand durch speculative Deductionen annehmlich zu machen, sondern er befragte geradezu die Erfahrung, erhielt aber bestimmte und sehr positive Antworten, welche gegen Berthollet sprachen, während viele seiner Zeitgenossen in ihren schwankenden und unsicheren Resultaten nur Bestätigungen der Berthollet'schen Theorie gesehen hatten. Proust wußte, um die Streitfrage zu entscheiden, zwei Punkte vorzüglich zu vermeiden, welche seinen Gegnern immer unterliefen; die Fehlerquellen der Methoden, um die Zusammensetzung chemischer Verbindungen zu bestimmen, und die Verwechselung mechanischer Gemenge mit chemischen Verbindungen. In ersterer Beziehung wußte er aus seinen Untersuchungen numerische Resultate zu ziehen, welche noch jetzt unter den brauchbaren angeführt werden; mit Scharfsinn fand er die Ursachen auf, welche viele Andere zu falschen Folgerungen verführt hatten. So bedienten sich viele seiner Zeitgenossen zur Untersuchung von Oxyden des Mittels, nur das darin enthaltene Metall zu bestimmen; für Alles, was einem Oxyde ähnlich sah, wurde diese Untersuchungsmethode angewandt, und der Rest für Sauerstoff gerechnet; auf diese Art hatte man denn auch für alle Metalle eine ansehnliche Anzahl intermediärer Oxyde von ganz allmälig in einander übergehender Zusammensetzung gefunden. Proust wieß hier nach, daß viele dieser Untersuchungen nicht reine Oxydationsstufen, sondern Hydrate zum Gegenstande hatten, und er studirte auch diese letztere Klasse von Verbindungen genauer; schon auf diese Weise führte er die Zahl von nur der quantitativen Zusammensetzung nach verschiedenen Verbindungen auf eine geringere zurück. Noch mehr vereinfachte sich dieselbe aber, da er auch viele früher als eigenthümliche betrachtete intermediäre Verbindungen als nur mechanische Gemenge weniger Verbindungen von constanter Zusammensetzung erkannte. So kam er, auf seine Untersuchungen der Oxyde und Schwefelverbindungen besonders gestützt, zu dem Schluß, daß zwei Bestandtheile sich unter einander nur in zwei Verhältnissen vereinigen können; er gab zu, daß die so entstehenden beiden Verbindungen sich wieder unter einander vereinigen können, aber nur in seltenen Fällen und in wenigen Verhältnissen. Diese letztere Erklärung suchte er z. B. geltend zu machen für die Mennige, welche er als aus gelbem und braunem Bleioxyd zusammengesetzt betrachtete, für das Magneteisen und ähnliche Oxydationsstufen.

Proust. Chemische Leistungen.

Proust's Erfahrungen über die constante Zusammensetzung der chemischen Verbindungen standen im offenen Widerspruch mit Berthollet's Grundsätzen; sie führten zu einer Discussion, welche längere Zeit, 1801 bis 1808, mit großem Aufwand von Scharfsinn von beiden Seiten geführt wurde. Ich habe auf die Entwicklung der Lehre von der constanten Zusammensetzung bei der Geschichte der Stöchiometrie im II. Theile noch einmal zurückzukommen, und bemerke deßhalb hier nur, daß bald im Anfange dieses Jahrhunderts Proust's Ansichten als die richtigen angenommen wurden; es wurde anerkannt, daß sich die chemischen Bestandtheile nur in wenigen, und sprungweise sich ändernden, Verhältnissen zu chemischen Verbindungen vereinigen.

In dem Vorhergehenden ist Proust's hauptsächlichster Einfluß auf die Chemie angedeutet, aber neben der Begründung einer der wichtigsten Ansichten in der gesammten theoretischen Chemie verdankt man ihm auch ausgezeichnete Untersuchungen über einzelne Substanzen, und über diese müssen wir hier noch Einiges angeben.

Proust's Forschungen über die constante Zusammensetzung der chemischen Verbindungen im Allgemeinen, über die Oxyde und Schweflungsstufen namentlich, knüpfen sich an seine Arbeiten über einzelne Metalle, deren chemische Verhältnisse er mit besonderm Erfolg studirt hat. Seine Beobachtungen zur Geschichte des Zinns (1800 und 1805), des Kupfers (1799, 1801 und 1804), deren Genauigkeit immer noch anerkannt wird, des Eisens und des Nickels (1803), des Antimons (1804), des Kobalts, Silbers und Goldes (1806), des Quecksilbers (1815), und andere haben zur Kenntniß der Eigenschaften dieser Substanzen und ihrer Verbindungen ausgezeichnet viel beigetragen, und über die quantitative Zusammensetzung der letzteren die ersten genaueren Data geliefert. — Seine Arbeiten in der unorganischen Chemie gingen auch auf die Untersuchung von Mineralien, aber seine Resultate in dieser Beziehung übten weniger allgemeinen Einfluß auf die Wissenschaft aus, und können hier übergangen werden.

Hervorzuheben ist indeß noch, daß Proust sich nicht auf die Untersuchung unorganischer Substanzen allein beschränkte; auch die organische Chemie verdankt ihm mehrere schätzbare Leistungen. Bei seinen Arbeiten über die Metalle untersuchte er auch Salze derselben mit organischen Säuren, und die von ihm erhaltenen analytischen Resultate, z. B. für die Verbindungen des Kupfers mit der Essigsäure, beweisen auch wieder seine Genauigkeit.

Proust. Chemische Leistungen.

Ueber den Zucker arbeitete er wiederholt 1806 und 1809, und unterschied den Traubenzucker im Honig von dem gewöhnlichen Zucker. Viele Verbindungen der Blausäure lehrte er 1807 kennen. Den Käse untersuchte er 1818, und unterschied darin die Käsesäure und das Käsoxyd als eigenthümliche Substanzen. — Seine Arbeiten über den Harnstoff (1803), das Ferment (1806), den Kleber (1818), den Urin (1820) und viele andere beweisen gleichfalls, welche Aufmerksamkeit er der Erforschung der organischen Substanzen widmete.

Mit gemeinnützigem Sinne bestrebte sich auch Proust, durch seine chemischen Kenntnisse in noch anderer Weise zu nützen; die Nahrungsmittel der ärmern Klasse und der Soldaten suchte er durch Einführung der Gelatine zu verbessern, und seinen Versuchen legte man damals große Wichtigkeit bei. Zu demselben Zwecke arbeitete er über das isländische Moos und mehrere andere Stoffe.

Schriften.

Proust's literarische Leistungen finden sich vorzugsweise in dem Journal de Physique, und zwar von 1777 an. Die Abhandlungen, welche das Constante in der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen bewiesen, stehen besonders in den Bänden für die Jahre 1798 bis 1809. — Außerdem hat er noch mehrere Aufsätze in die Annales de Chimie, von ihrem ersten Entstehen an, geliefert, und auch die Annales de Chimie et de Physique enthalten noch Arbeiten von ihm.

Erkenntniß der theoretischen Gesetze für die Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Durch Proust's Arbeiten war also für die verschiedenartigsten chemischen Verbindungen dargethan, daß ihnen constante chemische Zusammensetzung zukommt; für viele Oxyde und Schwefelverbindungen hatte er diese numerisch bestimmt, für viele Salze hatte man schon früher, von Bergman's Zeiten an, die quantitative Zusammensetzung zu ermitteln gesucht. So war für viele Verbindungen die empirische Zusammensetzung bekannt, und auch Versuche, die Zusammensetzungsverhältnisse der Verbindungen in anderer, rationellerer, Weise zu betrachten, waren bereits eingeschlagen worden.

Proust, und bei weitem die meisten seiner Vorgänger, hatten die Zusammensetzung der Verbindungen nur in der Art bestimmt, daß sie suchten, wie viel von jedem Bestandtheil in einer constanten Gewichtsmenge (gewöhnlich 100 Gewichtseinheiten) enthalten sei. Sie bezogen alle das Gewicht der Bestandtheile immer auf das der Verbindung, welche gebildet

wird; neue Entdeckungen eröffneten sich, als man die Gewichtsmengen der Bestandtheile, welche Verbindungen bilden können, unter sich auf einander bezog.

Erkenntniß der theoretischen Gesetze für die Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

In dieser Beziehung waren bereits tüchtige Arbeiten in Deutschland ausgeführt worden, zu einer Zeit aber, wo Untersuchungen, welche Einzelnheiten in der Wissenschaft besprachen, sich nicht zu allgemeinerer Bedeutsamkeit emporheben konnten, da das ganze System der Wissenschaft damals eine Umgestaltung erfuhr. In den Jahren, wo der Kampf zwischen der phlogistischen Theorie und Lavoisier's neuen Ansichten die meisten Chemiker ausschließlich beschäftigte, legten zwei deutsche Gelehrte, Wenzel und Richter, den Grund zu dem Theile der Chemie, der als Stöchiometrie bezeichnet wird. Erst lange nach der Zeit, wo diese Arbeiten ausgeführt wurden, erkannte man ihr Verdienst an; sie blieben ohne Einfluß auf den Zustand der Chemie im Allgemeinen, bis nach Feststellung der Ansichten über das chemische System man dergleichen Untersuchungen wieder mehr Aufmerksamkeit zuwandte, bis sie durch Dalton's Entdeckungen erweitert und in helleres Licht gesetzt sich den umfassendsten Einfluß auf alle numerischen Data in der Chemie erwarben. Wenzel und Richter sind von der größten Wichtigkeit für die specielle Geschichte der Stöchiometrie, aber für die allgemeine Geschichte der Chemie ist ihrer nur kurz zu erwähnen, da sie, ihrem Zeitalter vorauseilend, nicht als Repräsentanten desselben gelten können, da sie sich nicht dazu zu machen wußten, indem die Resultate ihrer Leistungen nicht anerkannt werden, für ihre Zeit erfolglos bleiben und erst später, nachdem ein anderer Gelehrter sie in seine Untersuchungen verwebt, in Gemeinschaft mit diesen allgemeine Gültigkeit erlangen.

Doch müssen wir kurz hervorheben, zu welchen Ergebnissen die Forschungen jener deutschen Chemiker geführt hatten, um das Verdienst der sie weiter entwickelnden Gelehrten richtig bemessen zu können. Die rationelle Betrachtung, in welchen Gewichtsmengen die Bestandtheile chemischer Verbindungen sich vereinigen, hatte ausschließlich die damals am besten untersuchten Verbindungen, die Salze, zum Gegenstand gehabt. Wenzel hatte bereits 1777 für die Fortdauer der Neutralität nach der gegenseitigen Zersetzung zweier neutralen Salze in dem Umstande die Erklärung gefunden, daß diejenigen Quantitäten verschiedener Basen, welche Eine Gewichtsmenge einer Säure neutralisiren, auch eine und dieselbe Quantität jeder andren

Erkenntniß der theoretischen Gesetze für die Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Säure neutralisiren; daß also das Verhältniß der Gewichtsmengen zweier Basen, welche dieselbe Quantität Säure neutralisiren, constant bleibt, die Säure möge sein, welche sie wolle; daß umgekehrt für je zwei Säuren in Beziehung zu den verschiedenen Basen ganz dasselbe stattfindet. — Richter beschäftigte sich von 1792 an mit demselben Gegenstande; er machte Anwendungen von der durch Wenzel aufgefundenen Gesetzmäßigkeit, indem er zeigte, daß hiernach die genaue Analyse aller neutralen Salze Einer Säure, und je Eines Salzes jeder andern Säure hinreicht, um die Zusammensetzung aller Salze, welche irgend durch Vereinigung dieser Säuren mit den Basen gebildet werden können, zu berechnen. Er zeigte, daß man den Säuren und Basen Zahlen beilegen kann, welche dann sogleich die Gewichtsverhältnisse andeuten, in denen sie sich zu neutralen Salzen vereinigen; er stellte solche Aequivalentzahlen für die Säuren und die Basen auf, er führte für diese beiden Klassen von Körpern den Begriff des Aequivalentgewichts ein.

Alle diese Forschungen hatten nur geringe Beachtung gefunden; erst im Verein mit Dalton's Untersuchungen zogen sie die Aufmerksamkeit aller Chemiker auf sich, und gaben der Wissenschaft eine neue Gestaltung.

Ausbildung der quantitativen Untersuchungsweise in England.

Dalton ist der erste unter den englischen Chemikern aus dem in Rede stehenden Zeitalter, deren specielle Betrachtung schon in diesem Theile unserer Geschichte nöthig erscheint. In der Zeit von Priestley und Cavendish bis zu Dalton's Wirksamkeit wenden zwar viele ausgezeichnete Forscher Englands der Chemie ihre Aufmerksamkeit zu; auch in diesem Lande machte die Zunahme der Leistungen in der Chemie die Gründung besonderer Zeitschriften nöthig, und Nicholson's Journal of natural philosophy, chemistry and the arts (1797 begonnen) und Tilloch's Philosophical Magazine and Journal (1798 begonnen, von Taylor bis 1826 fortgesetzt, wo es mit Phillips' Annalen vereinigt wurde) mögen als die ersten der englischen Zeitschriften, welche vorzüglich Chemie zum Gegenstand nahmen, hier schon erwähnt werden. Die damaligen Chemiker Englands können indeß hier noch übergangen werden, denn theils gehört ihr Name der Geschichte anderer Wissenschaften mit mehr Recht an, theils sind ihre Leistungen noch in dem Geiste des phlogistischen Zeitalters gehalten, oder ihre Entdeckungen und Arbeiten sind zu specieller Art, als daß sie zur Ausbildung der allgemeinen Chemie wesentlich beigetragen hätten. Es sind dies

die Gründe, weßhalb es angemessen scheint, die Leistungen von Chenevix, Hatchett, Henry, Kirwan, Smithson Tennant, Wollaston und Anderen erst in den folgenden Theilen anzuführen; ebenso werde ich auch da, namentlich bei der speciellen Geschichte der Ansichten über die Verbrennung, genauer über die Widersprüche berichten, welche sich der Annahme des antiphlogistischen Systems auch in England entgegenstellten. Obgleich die Arbeiten englischer Gelehrten so wesentlich der Begründung dieses Systems vorgearbeitet hatten, blieben doch die meisten Chemiker dieses Landes, welche zu Lavoisier's Zeit schon in der Chemie festen Fuß gefaßt hatten, der Phlogistonhypothese so lange, als sich irgend noch Scheingründe dafür zu ergeben schienen, getreu. Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts waren jedoch auch diese Anhänger des frühern Systems von der Unrichtigkeit desselben überzeugt, oder sie waren nicht mehr in der Wissenschaft thätig; die quantitative Untersuchungsweise erlangte auch in diesem Lande die gebührende Geltung, und in dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts durch Dalton eine ihre wichtigsten Erweiterungen. Ausbildung der quantitativen Untersuchungsweise in England.

John Dalton ist 1766 zu Eaglesfield, bei Cockermouth in Cumberland, geboren, wo sein Vater ein kleines Lehngut besaß. Er genoß den Unterricht einer benachbarten Schule, aber schon in seinem dreizehnten Jahre trat er selbst in seinem Geburtsort als Lehrer auf, und gab zwei Jahre lang daselbst Unterricht, in seinen Freistunden seinem Vater bei dessen landwirthschaftlichen Arbeiten behülflich. 1781 kam Dalton nach Kendal in Westmoreland, wo er bessere Gelegenheit zu seiner Ausbildung fand. Er hatte hier einen Vetter, welcher eine Kostschule hielt, und dessen Anstalt er später übernahm; sein wissenschaftlicher Eifer und besonders seine Neigung zur Mathematik verschafften ihm hier mehrere Bekanntschaften, die ihm zur weitern Unterrichtung äußerst förderlich waren. In diesen Verhältnissen begann er sich mit eigenen Untersuchungen zu beschäftigen; er schrieb Mehreres über mathematische Gegenstände, und unternahm zugleich eine lang fortgesetzte Reihe meteorologischer Beobachtungen. Seine Stellung zu Kendal vertauschte er 1793 mit einer Lehrstelle zu Manchester, wo er an einem dortigen Collegium Mathematik und Naturwissenschaften vortrug; nach der Verlegung dieser Anstalt von Manchester weg (1799) fuhr er fort, in derselben Stadt über diese Gegenstände Privatunterricht zu ertheilen. Mit Originaluntersuchungen in der Physik und Chemie beschäftigte er sich Dalton. Leben.

Dalton. Leben.

in Manchester noch thätiger als vorher, und seine Entdeckungen sicherten ihm bald hohen Ruf in England wie in den auswärtigen Ländern. In seinen Lebensverhältnissen änderte sich wenig, als er sich auch bereits einen durch ganz Europa verbreiteten Ruhm erworben hatte; fortwährend hielt er noch in verschiedenen Städten Englands Vorlesungen über Chemie, von 1804 an abwechselnd in London, Leeds, Birmingham, Glasgow, wobei er aber stets Manchester als seinen eigentlichen Wohnsitz beibehielt. Fern von jener so häufigen Sucht, für bedeutende wissenschaftliche Verdienste auch glänzende äußere Verhältnisse als Belohnung in Anspruch zu nehmen, oder Erweiterungen in der wissenschaftlichen Erkenntniß zunächst in ihren Anwendungen zu verwerthen, um sich eine angenehmere persönliche Lage zu verschaffen, zeigte Dalton in seiner Anspruchslosigkeit, was Reichthum betrifft, jenen ächten, jetzt so seltnen, philosophischen Geist, der in der Erforschung der Wahrheit eine so großartige Belohnung findet, daß er daneben die vergänglichen Zeichen von Anerkennung der Menschen gering achtet. Unverändert baute Dalton seine äußere Lage nur auf seine Thätigkeit als Lehrer, und fand hierin hinlängliches Auskommen für seine bescheidenen Ansprüche; die ausgezeichneten Entdeckungen, die seinen Namen bis in die entferntesten Länder trugen, verschafften ihm Ruhm und Auszeichnung, ohne jedoch an seiner äußern Lebensweise etwas zu ändern; 1822 wurde er zum Mitglied der Royal Society zu London erwählt; 1817 Präsident der Literary and Philosophical Society zu Manchester, deren thätiges Mitglied er bereits seit 1794 ist; die Pariser Akademie nahm ihn als correspondirendes Mitglied auf und zeichnete ihn bald noch mehr aus durch die, auf wenige Gelehrte beschränkte, Ernennung zum auswärtigen Mitgliede; viele andere gelehrte Gesellschaften beeilten sich, seinen Namen der Liste ihrer Mitglieder beizufügen. In seinem Vaterlande ehrt ihn am meisten die allgemeine Hochachtung, die seinen Leistungen und seinem Charakter gezollt wird; von äußeren Auszeichnungen wurde ihm hier noch 1826 eine goldne Denkmünze von der Londoner Societät, 1833 eine kleine Pension von dem König, 1831 ein Diplom, das ihn zum Doctor der Rechte ernannte, von der Universität Oxford und 1834 ein gleiches von der Universität Edinburg zu Theil.

Dalton's Arbeiten haben für die Physik wie für die Chemie gleiche Wichtigkeit; sie bilden einen Theil der Grundlehren dieser Wissenschaften

oder trugen doch Vieles bei, sie erkennen zu lassen. Was seine physikalischen Leistungen betrifft, so genügt hier eine Hindeutung auf seine Arbeiten über die gleichmäßige Ausdehnung der verschiedenen Gase, auf seine Untersuchungen über die Verdampfung und über das Verhalten gemischter Gase, über die Elasticität der Dämpfe u. a., um an seine Geschicklichkeit im Experimentiren, an seinen Scharfsinn in den Schlußfolgerungen zu erinnern. Seine chemischen Leistungen sind es aber vorzugsweise, welche hier unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, und zu ihrer Betrachtung wollen wir nun übergehen.

Dalton.

Chemische Leistungen.

Die hauptsächlichste darunter ist die Aufstellung der atomistischen Theorie, deren Grundzüge Dalton's Geist in den Jahren 1803 und 1804 bereits klar waren. — Wenig beachtet waren die oben besprochenen Versuche von Wenzel und Richter geblieben, die Zusammensetzungsverhältnisse der einzelnen Körper unter allgemeinere Gesichtspunkte zu fassen; sie hatten den Begriff des chemischen Aequivalents zwar hervorgehoben, aber nur für die Säuren und für die Basen, und selbst hierfür ihm die allgemeinere Anerkennung nicht zu gewinnen gewußt. — Umfassender und glücklicher in seiner Beschäftigung mit demselben Gegenstande war Dalton. Den ersten Anlaß empfing er durch die ihm eigenthümliche Beobachtung, daß, wenn eine bestimmte Menge eines Körpers sich mit verschiedenen Quantitäten einer zweiten Substanz zu verschiedenen Verbindungen vereinigen kann, diese letzteren Quantitäten unter einander in einfachen Verhältnissen stehen. Bemüht, dieser Regelmäßigkeit eine theoretische Ansicht unterzulegen, kam er auf seine atomistische Theorie; er betrachtete die Elemente als aus gleichartigen Atomen bestehend, deren Gewicht für die verschiedenen Elemente verschieden ist; er betrachtete die chemische Verbindung als auf einer innigen Vereinigung weniger Atome der beiden Bestandtheile zu einem Atom der Verbindung beruhend, so daß sich z. B. ein Atom des einen Bestandtheils mit einem oder zwei Atomen des andern vereinigt. In dieser Weise sprach er durch seine atomistische Theorie das Gesetz der multiplen Proportionen aus; er bestimmte zugleich das relative Gewicht der Atome für die Elemente, als durch die Gewichtsverhältnisse ausgedrückt, in denen sie sich zu solchen Verbindungen vereinigen, welche am einfachsten als gleichviel Atome jedes Bestandtheils enthaltend anzusehen sind. — Was Dalton für die Verbindungen der Elemente unter einander nachgewiesen hatte, zeigte er auch für die Fälle, wo Verbindungen sich noch weiter mit

Aufstellung der atomistischen Theorie.

Dalton. Aufstellung der atomistischen Theorie.

einander vereinigen; er entdeckte, als Folgerung seiner theoretischen Betrachtungen, daß das Atomgewicht einer Verbindung gleich ist der Summe der darin enthaltenen Atomgewichte der Bestandtheile.

In diesen Entdeckungen Dalton's — wenn auch seine numerischen Bestimmungen in vielen Fällen der nöthigen Schärfe ermangelten, welche sie erst durch fortgesetzte analytische Arbeiten erlangen konnten — liegt das Fundament unserer jetzigen Ansichten, was die quantitativen Verhältnisse der Verbindungen angeht; es liegt in seiner theoretischen Auffassung diejenige Erklärung dessen, was bei der chemischen Verbindung vorgeht, welcher die meisten Chemiker noch immer beistimmen. Können wir auch mit vollem Recht für Richter die erste Auffassung des Begriffs, was ein chemisches Aequivalent ist und welche Anwendung aus der Annahme dieses Begriffs sich ziehen läßt, vindiciren, und müssen wir noch hinzufügen, daß Dalton's Ansicht über das Atomgewicht eines Körpers ganz mit der Richter's über das Aequivalentgewicht übereinstimmt: so war doch Dalton der erste, der jenen Begriff von der beschränkten Klasse der Säuren und der Basen auf alle Körper, namentlich auf die Elemente, übertrug, und ihm dadurch erst seinen allgemeinen Werth verschaffte; und außerdem ist die Entdeckung der multiplen Proportionen und die Bestimmung, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte der Bestandtheile gegeben ist, sein unbestrittenes Eigenthum. Ihm gebührt der Ruhm, aus allen bis zu seiner Zeit bekannt gewordenen quantitativen Analysen allgemeine Resultate gezogen zu haben, und die Gewichtsverhältnisse vieler Verbindungen, welche für alle seine Vorgänger, namentlich für Proust, der sich am meisten damit beschäftigt hatte, noch ganz empirische Zahlen waren, als die nothwendigen Folgen eines allgemeinen, höchst wichtigen Gesetzes darzuthun, das die Constitution einer Verbindung durch die einfachsten Ausdrücke anzeigen läßt, und für die Analyse eine zuverlässige Controlle abgiebt. Er zuerst hat es aufgefaßt, daß bei genauer Kenntniß der Atomgewichte der Elemente approximative Analysen der Verbindungen hinreichen, um ihre Zusammensetzung mit aller Genauigkeit bestimmen zu können.

Andere chemische Arbeiten.

Vor dem Verdienst so umfassender Entdeckungen treten andere Leistungen zurück, welche Dalton's Ruhm nicht vergrößern können, aber als Beweise seiner Thätigkeit und Geschicklichkeit hier doch noch angeführt werden mögen. Hinweisen will ich hier nur auf seine Untersuchungen über die

Absorption der Gasarten durch Wasser, über die Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff und das Kohlenoxydgas, über die Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff, über Eudiometrie u. a. — Erwähnung verdient hier auch sein Versuch, die chemischen Verbindungen durch Zeichen auszudrücken, um über ihre atomistische Constitution eine klarere Anschauung zu erhalten und die Zersetzungserscheinungen besser verdeutlichen zu können. Sein Vorschlag, auf welchen ich im II. Theile zurückkommen werde, wurde indeß nicht mehr beachtet, sobald Berzelius seine einfachere und doch umfassendere Methode der chemischen Zeichen kennen lehrte. Dalton. Andere chemische Arbeiten.

Dalton's naturwissenschaftliche Schriften bestehen in zahlreichen einzelnen Abhandlungen und einer größern Darstellung der theoretischen Chemie. Von den ersteren stehen die meisten in den Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester *), und zwar in den Bänden, welche von 1798 an erschienen. Die Philosophical Transactions (für 1826 und 1828) enthalten nur wenige Aufsätze von ihm, und diese haben auf Chemie keinen Bezug. Mehrere hingegen finden sich in Nicholson's Philosophical Journal, in Thomson's (von 1813 bis 1820 herausgegebenen) Annals of Philosophy, wenige in Phillips' (seit 1820) die vorige Zeitschrift unter gleichem Titel fortführendem Journal. — Von selbstständigen Werken schrieb Dalton außer seinen, der Chemie fremden, Meteorological Observations and Essays (zuerst 1793, neue Auflage 1834) und einer englischen Schulgrammatik, noch A New System of Chemical Philosophy. Der erste Band dieses Werks erschien 1808; Dalton trat darin mit seiner Atomtheorie selbstständig auf, nachdem die Grundzüge derselben schon ein Jahr früher von Thomson in sein System of Chemistry aufgenommen worden waren; die erste Tafel seiner Atomgewichte findet sich in diesem ersten Bande. Der zweite wurde 1810 ausgegeben, und brachte bereits vielfache Verbesserungen zu den früher aufgestellten numerischen Daten. Eine deutsche Uebersetzung von Dalton's Buch, so weit es bis dahin erschienen war, erschien 1812 und 1813. Der dritte Band des New System erschien erst 1827; der größte Theil desselben war schon viel früher gedruckt und der Inhalt deßhalb zur Zeit der Publication Schriften.

*) Diese ausgezeichnet thätige und noch bestehende Privatgesellschaft bildete sich um 1780; ihre Schriften publicirte sie seit 1785.

bereits veraltet, aber auch im Ganzen ist dieser Band nicht mehr wie die früheren ein treuer Ausdruck des damaligen Zustandes der Chemie, und längst berichtigte irrige Annahmen finden sich darin noch als wahr hingestellt.

Untersuchung der Verbindungsverhältnisse der Gase.

Dalton hatte bewiesen, daß alle Bestandtheile sich nicht nur in bestimmten, sondern auch in einfachen Gewichtsverhältnissen zu chemischen Verbindungen vereinigen; die Art, wie er die quantitativen Erscheinungen betrachtete, die alleinige Berücksichtigung der Masse, ließ ihn seine Untersuchungen gleichmäßig auf feste, flüssige und gasförmige Körper erstrecken. Aber gleich nach dem Bekanntwerden der Dalton'schen Atomtheorie erfuhr diese schon eine Erweiterung; zu der Untersuchung der Gewichtsmengen von Bestandtheilen, die sich mit einander verbinden, trat die der Volummengen derselben, falls die Bestandtheile gasförmigen Zustand haben. Die Entdeckungen, welche eine Gesetzmäßigkeit in den Verbindungsverhältnissen gasförmiger Bestandtheile darthaten, wurden in Frankreich gemacht, wo an die Generation, welche Lavoisier's Theorie zuerst anerkannt und dann vorzüglich ausgebreitet hatte, sich nun eine neue anschloß, die, ihrer Vorgänger und Lehrer würdig, die Chemie mit den ausgezeichnetsten Leistungen bereicherte. Der Zusammenhang zwischen den Arbeiten über die Volumverhältnisse der sich verbindenden Gase und Dalton's Arbeiten über die Zusammensetzung der Verbindungen nach Gewicht läßt uns hier die Leistungen eines französischen Chemikers besprechen, der in der erstern Beziehung die Grundlage unsers heutigen Wissens feststellte; es ist dies Gay-Lussac.

Gay-Lussac.

Leben.

Joseph Louis Gay-Lussac, über welchen mir nur wenige biographische Notizen bekannt geworden sind, ist 1778 zu Saint Leonard im Departement der Obervienne geboren. Er machte seine Studien zu Paris in der polytechnischen Schule; noch als Zögling dieses Instituts führte er, gemeinschaftlich mit Berthollet, seine ersten Untersuchungen aus. Im Jahre 1801 wurde er Eleve Ingenieur an der École nationale des Ponts et des Chaussées, und machte sich bald durch seine ausgezeichneten chemischen und physikalischen Arbeiten berühmt. Sein Eifer für die Naturwissenschaften ließ ihn, 1804, nachdem er kurz vorher schon mit Biot eine Luftfahrt gewagt hatte, dieses Unternehmen wiederholen, wo er in den höchsten Regionen, die jemals erreicht wurden, Beobachtungen anstellte. Er wurde

1816 Professor der Chemie an der polytechnischen Schule; später erhielt er auch den Lehrstuhl der Physik an der Faculté des Sciences der Pariser Universität und 1832 die Professur der Chemie an dem naturhistorischen Museum. Gay-Lussac bekleidet außerdem die Stelle eines Probirers an dem Bureau de Garantie zu Paris, und übt als Mitglied vieler amtlichen Commissionen nützlichen Einfluß aus; unter der jetzigen Regierung von Frankreich wurde er zum Pair ernannt. Gay-Lussac. Leben.

Unter Gay-Lussac's zahlreichen Arbeiten heben wir hier zunächst diejenigen über die Verbindungen der Gase hervor, da diese gerade seine Leistungen an die der vorhergehenden Gelehrten anknüpfen. — Bei der geringen Schwere ziemlich beträchtlicher Raummengen von Gasen hatte man schon im Anfang der quantitativen Untersuchungen die Quantitäten dieser Körper nicht allein nach Gewicht, sondern vorzugsweise nach Volumen zu bestimmen gesucht; in Lavoisier's Arbeiten wurde bereits das Volumverhältniß zu ermitteln gesucht, in welchem Wasserstoffgas und Sauerstoffgas sich zu Wasser vereinigen; Berthollet hatte das Volumverhältniß erforscht, in welchem sich Wasserstoff und Stickstoff als Zersetzungsproducte des Ammoniaks vorfinden, und viele andere Arbeiten jener Zeit enthalten bereits solche Angaben. Die gefundenen Resultate kamen der Wahrheit in vielen Fällen sehr nahe, aber keinem der früheren Chemiker wurde die Entdeckung klar, daß sich die Gase in einfachen Volumverhältnissen mit einander vereinigen; man fand z. B. für die Bildung des Wassers bald das Zusammentreten von 12 Volum Sauerstoff mit 23 Wasserstoff nothwendig, bald dasselbe Verhältniß wie 100 zu 205, bald wie 72 zu 143; man hielt die eine dieser Angaben für genauer als die andere, je nach dem Zutrauen, welches man den verschiedenen Experimentatoren und ihren Methoden schenkte, aber Niemand betrachtete das Verhältniß als genau durch 1 zu 2 ausgedrückt, und die Abweichungen der Beobachtungen nur als Versuchsfehler; Niemand nahm überhaupt für die Verbindung von Gasen einfache Verhältnisse der sich dabei vereinigenden Volume an. Gay-Lussac war der Erste, der 1805 in Gemeinschaft mit Humboldt fand, daß sich Wasser durch Verbindung von genau 1 Volum Sauerstoffgas mit 2 Volumen Wasserstoffgas bildet, und das Statthaben eines so einfachen Verhältnisses fand er später bei den Verbindungen aller Gasarten bestätigt. Er zeigte 1809, daß die Vereinigung zweier Gase immer in der Art erfolgt, daß die in Arbeiten über die Verbindungen der Gase.

Gay-Lussac. Arbeiten über die Verbindungen der Gase.

Verbindung tretenden Volume derselben in einfachen Verhältnissen, 1 zu 1, 1 zu 2 oder 3, oder 2 zu 3 u. s. f., zu einander stehen; daß also, wenn sich zwei Gase in mehrfachen Verhältnissen verbinden, auch die verschiedenen Volume des einen, welche sich mit einem constanten Volum des andern verbinden, unter sich in einfachen Verhältnissen stehen. Er fügte die Entdeckung hinzu, daß wenn die entstehende Verbindung eine gasförmige ist, auch ihr Volum in einem einfachen Verhältniß zu der Summe der Volume der in ihr enthaltenen Bestandtheile steht.

Diese Entdeckungen Gay-Lussac's befestigten die Grundlehren der theoretischen Chemie in mehrfacher Weise; sie waren entscheidend für die Frage, ob die chemischen Verbindungen in nur wenigen constanten oder in allmälig sich ändernden Mengenverhältnissen der Bestandtheile statthaben können; sie bestätigten für die gasförmigen Verbindungen, was Proust für die anderen bereits bewiesen hatte; sie unterstützten Dalton's Ansichten, denn nicht lange dauerte es, so erkannte man, daß gleiche Volume gasförmiger Körper gleich viel Atome derselben, oder unter einander in den einfachsten Verhältnissen stehende Mengen davon, einschließen müssen, daß also die genaue Bestimmung der Dichtigkeit für die gasförmigen Elemente zur Kenntniß ihrer Atomgewichte führt. Die Bestimmung des specifischen Gewichts der verschiedenen Substanzen im Gaszustand gewann jetzt erst für die Chemie Wichtigkeit; sie lehrte die Zusammensetzung nach Volumen kennen, als Ergänzung zu der von Dalton aufgefundenen nach Atomgewichten; die ganze Lehre von dem specifischen Gewicht der Dämpfe bekam durch Gay-Lussac's Entdeckungen eine sichere Basis, indem diese zeigten, daß die genaue Kenntniß der Dichtigkeit der Elemente im Dampfzustand und approximative Bestimmungen der Dichtigkeit von Verbindungen hinreichen, die letztere mit aller Genauigkeit feststellen zu können.

Andere chemische Arbeiten.

Die Fortschritte, welche Gay-Lussac die Wissenschaft durch seine Entdeckungen über die Gase machen ließ, gehören ebensowohl der Physik als der Chemie an; im Zusammenhange damit vollendete er viele Untersuchungen, welche für beide Wissenschaften wichtig sind; seine Arbeiten über die Ausdehnung der Gase durch die Wärme (1802), über die Dichtigkeit mehrerer Dämpfe (1809), für welche Art von Bestimmungen er zuerst passende Apparate und sichere Anleitung gab, über die Ausdehnung der flüssigen Körper (1816) u. a., begründeten und befestigten seinen Ruhm als den

eines ausgezeichneten Physikers; die Lehre von der Wärme wurde durch ihn besonders erweitert, außer den vorerwähnten namentlich noch durch seine Arbeiten über Verdampfung und die begleitenden Umstände. Seine übrigen rein physikalischen Forschungen hier alle zu besprechen, würde zu weit führen und liegt nicht im Plane dieser Geschichte; wir gehen zu der Betrachtung seiner anderen chemischen Untersuchungen über. Gay-Lussac.

Gay-Lussac's größere Arbeiten, wie z. B. die über die Verbindungsverhältnisse der Gase, sind stets reichhaltig an einzelnen Beobachtungen, welche für die specielle Kenntniß der verschiedenen Substanzen vorzüglich wichtig waren. Gerade jene Arbeit verbreitete Licht über die Zusammensetzung zahlreicher und sehr verschiedenartiger Verbindungen. Von den Untersuchungen, womit Gay-Lussac die unorganische Chemie bereicherte, sind vorzüglich noch diejenigen über die Verbindungen des Schwefels und seiner Säuren, über den Schwefelwasserstoff und die Schwefellebern zu nennen; die Oxydationsstufen des Stickstoffs wurden durch ihn genauer bestimmt. Als ein vollendetes Muster einer chemischen Untersuchung steht diejenige über das Jod (1813 und 1814) da, wo er für einen eben erst entdeckten Körper sowohl die Eigenthümlichkeit nachwies, als auch mit großer Vollkommenheit die chemischen Verhältnisse seiner Verbindungen erforschte. In seinen zahlreichen Untersuchungen über die Chlorverbindungen, auf welche ich weiter unten zurückkommen werde, gelang es ihm zuerst (1814), die wässerige Chlorsäure abzuscheiden. Noch vieler anderer Arbeiten werde ich gleich in dem nächsten Verlauf dieses Berichts zu erwähnen haben; hervorgehoben mag hier noch werden, daß Gay-Lussac die Genauigkeit, deren er die wissenschaftlichen Untersuchungen fähig zu machen wußte, auch für die Industrie nutzbar machte, indem er für alle Werthbestimmungen der Gegenstände, welche unrein oder verfälscht in den Gewerben vorkommen können, zuverlässigere und doch leicht ausführbare Untersuchungsmethoden angab. Seine Anleitungen zur Analyse von Schießpulver, zur Bestimmung des Gehalts an wirksamen Bestandtheilen im Chlorkalk, in der Pottasche, der Soda, dem Borax u. s. w., zur Silberprobe auf nassem Wege und ähnliche übten auf die Technik den größten Einfluß aus, indem sie genauere Kenntniß der zu benutzenden Substanzen vermittelten und die Sicherheit aller Operationen vermehrten. Arbeiten in der unorganischen Chemie.

Den Arbeiten Gay-Lussac's im Gebiete der unorganischen Chemie stehen die über organische Substanzen an Wichtigkeit gleich; ja die letzteren eröffneten eigentlich die Untersuchungsmethode, welche für diesen Zweig der Arbeiten in der organischen Chemie.

Gay-Lussac. Arbeiten in der organischen Chemie.

Chemie sich seitdem so fruchtbar zeigte. Am folgereichsten für die organische Chemie war Gay-Lussac's Arbeit über das Cyan und seine Verbindungen; 1811 erhielt er zuerst die Blausäure im reinen flüssigen Zustande; 1815 bestimmte er ihre quantitative Zusammensetzung genau, und zeigte, daß sie die Wasserstoffsäure eines eigenthümlichen Körpers, des Cyans, sei, der, obwohl zusammengesetzt, sich doch in vielfacher Beziehung wie ein einfacher verhält, und ohne Zersetzung in Verbindungen mit Metallen u. s. w. eingehen kann, welche denen einfacher Stoffe mit Metallen u. s. w. ganz entsprechend sind. Die Entdeckung des Cyans wurde der erste Anhaltspunkt, an welchen sich später die ganze jetzige Betrachtungsweise über organische Verbindungen anlehnte; der Begriff eines organischen Radicals wurde dadurch veranlaßt, und für die Zulässigkeit dieses Begriffs bot später, als er ausgedehnt wurde, die Existenz des Cyans den stärksten Beweis. Die Verbindungen des Cyans mit anderen Substanzen wurden zugleich damals schon von Gay-Lussac genauer untersucht und ihre Zusammensetzung festgestellt; mehrere entdeckte er neu, wie z. B. die mit Schwefelwasserstoff; für andere, welche schon früher wahrgenommen waren, zeigte er zuerst die wahre Natur, wie für das gasförmige Chlorcyan. — Auch auf andere Theile der organischen Chemie dehnte er seine Arbeiten aus; seine Untersuchungen über die Gährung (seit 1810) und über die Aetherbildung, die Entdeckung des Jodwasserstoffäthers (1814), die Arbeiten über die Schwefelweinsäure (1820), über Traubensäure und viele andere trugen wesentlich zur genauern Kenntniß dieser Materien bei. Besonders ist noch hervorzuheben der Antheil, welchen er an der Ausbildung der Analyse organischer Körper hat, und auf dessen Besprechung ich zurückkommen werde. Seine Entdeckungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase, und wie das specifische Gewicht eines Körpers im Dampfzustande eine Controlle für die Analyse abgiebt, wurde namentlich für die organische Chemie von der größten Wichtigkeit.

Gemeinschaftliche Arbeiten mit anderen Chemikern.

Mehrere seiner Untersuchungen führte Gay-Lussac gemeinschaftlich mit anderen Chemikern aus; einen Theil von diesen bespreche ich erst, wenn wir diejenige neue Richtung der Chemie näher betrachten, welche unsere Wissenschaft nun einschlägt und mit der jene Untersuchungen in näherer Verbindung stehen; die wichtigeren dieser gemeinschaftlichen Forschungen mögen hier kurz angeführt werden. — Der Arbeit von Gay-Lussac mit Humboldt (1804 und 1805) über die Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff wurde bereits erwähnt; mit Thénard gemeinschaftlich arbeitete

der erstere von 1809 bis 1811 über die wichtigsten Gegenstände der Chemie; ihre Arbeiten wurden zunächst durch die elektrochemische Richtung veranlaßt, deren Begründung uns sogleich beschäftigen wird, und wo ich bei der Besprechung von Thénard's Leistungen über diese gemeinschaftlichen Arbeiten ausführlicher berichten werde; die genauere Kenntniß der Alkalimetalle, der Chlorverbindungen, die ersten zuverlässigeren Zerlegungen nicht verdampfbarer organischer Substanzen in ihre Elemente sind als die hauptsächlichsten Früchte dieser gemeinschaftlichen Bemühungen anzudeuten. — Mit Welter zusammen entdeckte und untersuchte Gay-Lussac 1819 die Unterschwefelsäure; mit Liebig 1824 die Knallsäure; diese letztere Arbeit gab zugleich Anlaß, daß der organischen Analyse ein viel größerer Grad von Genauigkeit und Sicherheit der Ausführung mitgetheilt wurde, als vorher erreicht werden konnte. Gay-Lussac. Gemeinschaftliche Arbeiten mit anderen Chemikern.

Ein Theil nur von den zahlreichen Arbeiten Gay-Lussac's konnte schon hier angeführt werden; die Würdigung der anderen und die ausführlichere Besprechung bleibt den folgenden Theilen vorbehalten. Mit dem Scharfsinn, der seine Untersuchungen auszeichnete, wetteifert die Deutlichkeit, mit welcher die Resultate mitgetheilt sind; seine zahlreichen Abhandlungen, ebenso wie seine selbstständig erschienenen Werke, bilden die Zierde der neuern chemischen Literatur. Die ersteren finden sich vorzugsweise in dem Bulletin de la société philomatique, in den Annales de Chimie, von 1802 an; in den Annales de Chimie et de Physique, welche er seit 1816 mit Arago gemeinschaftlich, seit 1841 mit Zuziehung noch mehrerer anderer Gelehrten redigirt; auch in den Schriften der Pariser Akademie, namentlich in den (seit 1835 erscheinenden) Comptes rendus hebdomataires des Séances de l'Académie des sciences. Wenige erschienen in dem Journal de Physique, dem Journal de pharmacie, dem Journal de chimie médicale u. a. Er war eines der thätigsten Mitglieder der Société d'Arcueil, und bereicherte die Memoiren derselben mit schätzbaren Aufsätzen. Von selbstständigen Werken nenne ich die mit Humboldt 1804 herausgegebenen Mémoires sur l'analyse de l'air atmosphérique, und die ihm und Thénard gemeinschaftlichen Recherches physico-chymiques (1811). In amtlichem Auftrag wurden mehrere Schriften von ihm publicirt, so u. a. 1824 seine Instruction pour l'usage de l'alcolométre centesimal etc., 1832 seine Instruction sur l'éssai des matières d'argent par la voie hu- Schriften.

Gay-Lussac. Schriften.

mide (eine deutsche Uebersetzung der letztern erschien 1833). Von seinen Vorlesungen wurden einzelne durch seine Schüler herausgegeben, so der Cours de Physique (1827) und der Cours de chimie, contenant l'histoire des sels, la chimie végétale et animale (1828).

Begründung der elektrochemischen Untersuchungen.

Mit Dalton's Aufstellung der atomistischen Theorie, mit Gay-Lussac's Entdeckung über die Verbindungsverhältnisse der Gase hatte die Chemie einen neuen Aufschwung genommen, alle quantitativen Angaben bekamen ein neues Interesse, alle Untersuchungen, welche zunächst zur Ausführung kamen, wurden zur Prüfung jener Gesetze angewandt, sie wurden als Beispiele für die Affinitätsgesetze durchgeführt. Die Lehre von der Verwandtschaft wurde hauptsächlich jetzt in der Richtung untersucht, welcher Art die Wirkungen dieser Kraft in quantitativer Beziehung sind; die Atomgewichte der Elemente, die Atomconstitution der Verbindungen zu untersuchen, war die nächste Aufgabe, welche von 1808 an die Chemiker beschäftigte. Aber eine andere Richtung griff zugleich damit in die Chemie ein, gleichfalls für die Verwandtschaftslehre von vorzüglicher Wichtigkeit, aber auch von den bedeutendsten Folgen für die Erkenntniß vieler einzelner Substanzen. Es ist dies die Erforschung des Zusammenhangs, welcher zwischen den elektrischen und den Affinitätserscheinungen stattfindet; den Anlaß bot die Bemerkung, daß die Elektricität die Verwandtschaft vereinigter Bestandtheile überwinden und die Verbindung zerlegen kann; aus dieser Bemerkung geht die Entdekkung der wichtigsten chemischen Thatsachen, die Aufstellung der umfassendsten chemischen Theorien hervor.

Die elektrochemische Richtung steht in nahem Zusammenhang mit der bisher besprochenen, mit der Begründung der Lehre von den chemischen Proportionen; gleichzeitig fast gewinnen beide allgemeine Bedeutung für die Wissenschaft, berühmte Chemiker sehen wir beiden Richtungen vorzügliche Aufmerksamkeit widmen. Schon bei Gay-Lussac haben wir so eben seine Verdienste um die elektrochemischen Kenntnisse angedeutet, aber ein genaueres Eingehen versparen müssen, bis nach der Schilderung des Gelehrten, dem der Ruhm, die elektrochemische Lehre begründet zu haben, gebührt; es ist dies Davy.

Der speciellen Geschichte des Elektrochemismus im zweiten Theile mag die ausführlichere Erörterung vorbehalten bleiben, was bis zu Davy in dieser Beziehung geleistet worden war, und nur Weniges über diese früheren

Arbeiten braucht hier angegeben zu werden. — Die erste Wahrnehmung, daß die galvanische Elektricität Verbindungen zerlegt, machten Nicholson und Carlisle 1800, indem sie unter der Einwirkung jenes Agens Wasser in seine Bestandtheile zerfallen sahen. Von den Untersuchungen, welche hierdurch hervorgerufen wurden, war die von Berzelius und Hisinger schon 1803 publicirte besonders wichtig; die Zersetzung der Salze durch die Elektricität wurde dadurch in klareres Licht gesetzt, und ein elektrischer Gegensatz zwischen Säuren und Basen nachgewiesen, der sich in der Art äußert, daß unter allen Umständen bei der Zerlegung eines Salzes die Säure an dem positiven, die Basis an dem negativen Pole der Voltaischen Säule frei wird. Daß also die galvanische Elektricität zerlegend einwirkt, daß die einzelnen Bestandtheile je nach ihrem chemischen Charakter auch besondere elektrische Verhältnisse, je nachdem sie sich an dem einen oder an dem andern Pole abscheiden, zeigen, war erkannt, aber zahllose Unsicherheiten schwebten doch noch über vielen Erscheinungen, die sich bei der Zerlegung von Verbindungen durch den Galvanismus ergeben sollten; ihre Beseitigung und die Erkenntniß, ein wie kräftiges Zerlegungsmittel in dem galvanischen Apparat den Chemikern zu Gebote steht, war für Davy vorbehalten. Begründung der elektrochemischen Untersuchungen. H. Davy.

Humphry Davy war 1778 zu Penzance in Cornwall geboren. Wenig begünstigt war er durch seine frühesten Verhältnisse zu der glänzenden Laufbahn, die er später betrat; sein Vater war ein unbemittelter Künstler, der sich durch das Anfertigen von Holzschnitten nährte; Davy selbst wurde früh in seinem Geburtsort als Lehrjunge bei einem Chirurgen untergebracht, der zugleich auch die Zubereitung von Arzneien besorgte. Hier entwickelte sich seine Neigung zu wissenschaftlicher Beschäftigung und namentlich zur Chemie; durch Privatstudien suchte er sich in den Naturwissenschaften und den Sprachen auszubilden; er gewann sich Freunde, die ihm eine angemessenere Stellung zu verschaffen bemüht waren. Diese fand sich für ihn, als 1798 zu Bristol eine Anstalt unter dem Namen der Pneumatic Institution errichtet wurde, in welcher die, damals erst kurz vorher entdeckten, verschiedenen künstlichen Gase auf ihre Heilkräfte geprüft werden sollten. Davy wurde als Chemiker an dieser Anstalt beschäftigt; er hatte nun Gelegenheit, über mehrere Gase genauere Untersuchungen anzustellen, und namentlich das Stickoxydul, dessen berauschende Eigenschaft er entdeckte, war der Gegenstand seiner besondern Forschung. Die Publication dieser Re- Leben.

H. Davy. Leben.

sultate machte ihn dem wissenschaftlichen Publikum vortheilhaft bekannt, und schon 1801 wurde Davy als Professor der Chemie an ein kurz zuvor errichtetes Colleg, die Royal Institution, nach London berufen, wo er sogleich auch Mitglied der königlichen Gesellschaft wurde. Mit dem ausgezeichnetsten Beifalle trug er hier seine Wissenschaft vor; er verband damit noch Vorlesungen, von 1802 bis 1812, in dem Ackerbauvereine (board of agriculture), und wurde dadurch zu seinen Forschungen über die Anwendung der Chemie auf die Cultur des Bodens hingeführt. In der Zeit, während welcher Davy an der Royal Institution wirkte, von 1801 bis 1813, war er vorzüglich für die Wissenschaft thätig; die scharfsinnigsten und schwierigsten Experimentaluntersuchungen, die glänzendsten Entdeckungen bezeichnen diese Periode als eine der fruchtbarsten, die je der Chemie zu Theil geworden sind. — Bereits 1811 war Davy in den Ritterstand erhoben worden, und 1812 wurde er zum Baronet ernannt; 1813 legte er seine Professur nieder und verließ England, um einige Jahre auf dem Continent zuzubringen. Frankreich und Italien waren vorzugsweise die Länder, wo er verweilte, und der Aufenthalt in dem letztern Lande, 1818—1820, gab ihm Anlaß zu mehreren Untersuchungen eigener Art, wie über die Malerfarben, welche sich an antiken Kunstwerken finden, über die Mittel, die herculanischen Handschriften in lesbaren Zustand zu bringen, und ähnliche. Im Jahre 1820 wurde er zum Präsidenten der Royal Society erwählt; er nahm von dieser Zeit an wieder seinen Aufenthalt in England, mit Unterbrechungen durch kleinere Ausflüge, wie 1824 nach Norwegen u. a., bis seine geschwächte Gesundheit ihn 1827 nöthigte, die Präsidentenstelle niederzulegen und wieder südlichere Gegenden zu besuchen. Während des Sommers 1828 hielt er sich in Steiermark auf; von da ging er nach Rom, wo er im Anfange des Jahres 1829 tödtlich erkrankte. Nach dem Vaterlande sich sehnend trat er krank die Rückreise an, allein schon in Genf endete der Tod das Leben eines der ausgezeichnetsten Naturforscher, welche unser Jahrhundert zieren.

Nicht können wir hier dabei verweilen, eine Schilderung Davy's seinem ganzen Charakter nach versuchen zu wollen, eine Darstellung zu wagen, wie sich sein Geist von der Erkenntniß einer einzelnen Wissenschaft zu der Untersuchung der höchsten und allgemeinsten Interessen zu erheben wußte, wie er nicht allein als einer der vollendetsten Gelehrten eines einzelnen Fachs, sondern auch als einer der geistvollsten Charaktere unserer Zeit überhaupt hervorragt. Beschränken müssen wir uns auf die Darlegung, welches sein

Einfluß auf die Chemie war, durch welche Entdeckungen er diese Wissenschaft zu den großartigsten Fortschritten befähigte. H. Davy.

Davy's chemische Leistungen stehen fast alle im Zusammenhange mit der Untersuchung des Elektrochemismus, entweder indem er durch die Anwendung der Elektricität neue Körper entdeckte und diese studirte, oder indem er auf die Reactionen dieser neuen Körper weitere Forschungen über schon bekannte Gegenstände gründete. Elektrochemische Forschungen.

Davy hatte sich bereits von 1800 an mit galvano-elektrischen Untersuchungen beschäftigt, aber seine erste größere Arbeit wurde 1806 bekannt, und leitete die Reihe seiner vielfachen wichtigen Entdeckungen eigentlich erst ein. Davy widerlegte hier mehrfache Irrthümer derjenigen, welche vor ihm über Zersetzung durch galvanische Elektricität gearbeitet hatten. Die Wahrnehmung, daß angeblich reines Wasser, der Einwirkung einer Voltaischen Säule ausgesetzt, nicht nur in seine Bestandtheile zerfällt, sondern auch stets in dem Rückstande einen Gehalt an einer Säure und an einer Basis zu erkennen giebt, hatte Viele behaupten lassen, daß sich aus reinem Wasser und elektrischer Materie erst solche Körper bilden, die man sonst als chemische Elemente zu unterscheiden Ursache hatte; daß aus reinem Wasser durch elektrischen Einfluß Salpetersäure, Salzsäure, Ammoniak oder Natron entstehen können, wurde von Vielen für ausgemacht angesehen. Davy zuerst zeigte, daß reines Wasser durch den Galvanismus nur in Wasserstoff und Sauerstoff zerfällt, daß das Auftreten anderer Körper von Verunreinigungen des Wassers herrührt; wenn in diesem nämlich ein Salz oder Luft aufgelös't sich befindet, oder wenn es in einem Gefäß enthalten ist, welches unter der Einwirkung der Elektricität auflösliche Bestandtheile an das Wasser abgeben kann. Davy zeigte in der That, daß viele Glassorten einen kleinen Gehalt an Chlornatrium haben, daß sich auch solche zersetzbare Stoffe in dem Achat, Basalt und anderen Steinen vorfinden, und daß die Zerlegung derartiger Beimischungen in den Gefäßen durch galvanische Elektricität und nicht die des Wassers zu dem Auftreten von Salzsäure und Natron Anlaß giebt. Damals auch schon sprach er aus, daß die chemischen Wirkungen der Elektricität ihm zu beweisen schienen, die chemische und die elektrische Attraction beruhe auf derselben Grundursache, Affinitäts- und elektrische Erscheinungen seien nur modificirte Wirkungen einer und derselben Kraft.

Es waren diese Untersuchungen, durch welche Davy den Weg zum Ruhme betrat, welchen er später mit so vielem Verdienste würdig zu

H. Davy. Elektrochemische Forschungen.

behaupten wußte. Als zu den ausgezeichnetsten der damaligen Zeit gehörig wurden sie überall anerkannt; das Institut von Frankreich, obgleich dieses Land damals mit England in einen heftigen Krieg verwickelt war, sprach ihm den Preis zu, welchen Napoleon für die beste Arbeit über den Galvanismus in jedem Jahre ausgesetzt hatte. Die damit verknüpften Beobachtungen, daß verhältnißmäßig schwache galvanische Elektricität hinreicht, um solche Zersetzungen auf das Material der Gefäße auszuüben, waren es auch, durch welche Davy die Wichtigkeit der Voltaischen Säule als eines der kräftigsten Zerlegungsmittel erkannte, welche zu chemischen Forschungen dienen können; er säumte nicht, diese neue Anwendung des elektrischen Apparats weiter zu verfolgen, und seine Versuche wurden sogleich mit den glänzendsten Resultaten gekrönt.

Davy versuchte die Einwirkung des Galvanismus auf Körper, deren zusammengesetzte Natur man zwar schon früher vermuthet hatte, deren Zerlegung indeß Niemanden noch gelungen war. Es glückte ihm 1807, aus den feuerbeständigen Alkalien, dem Kali sowohl als dem Natron, metallähnliche Substanzen auszuziehen, und er führte den Beweis, daß jene Körper, daß die Alkalien überhaupt, Oxyde darstellbarer Metalle sind. So gering auch die Quantitäten waren, die er auf dem elektrochemischen Wege von diesen Metallen darstellen konnte, so untersuchte er doch ihre wichtigsten chemischen Verhältnisse mit einer Präcision, welche gerechte Bewunderung seiner außerordentlichen Geschicklichkeit abnöthigt. Durch das gleiche Hülfsmittel lehrte er die Constitution der alkalischen Erden kennen, und die darin enthaltenen Metalle hervorbringen; schon 1808 zerlegte er den Baryt, den Strontian, die Kalkerde und die Bittererde; für die übrigen Erden ergab sich ihre Zusammensetzung mit völliger Zuversicht aus der Analogie, und spätere Experimentaluntersuchungen bestätigten seine Schlußfolgerungen vollkommen.

Mit der Entdeckung der metallischen Grundlagen in den ätzenden Alkalien hatte Davy nicht nur einen für die Theorie höchst wichtigen Punkt aufgeklärt, sondern er erhielt auch in diesen Metallen, welche sich durch ihre außerordentlich große Verwandtschaft zum Sauerstoff auszeichnen, für die Sauerstoffverbindungen neue, rein chemische Zerlegungsmittel, welche alle früher angewandten an Wirksamkeit übertrafen; der Einfluß, den diese Bereicherung der chemischen Hülfsmittel auf unsere Wissenschaft ausübte, wird besonders bei den weiter unten zu besprechenden Arbeiten Gay-Lussac's und Thénard's hervortreten.

H. Davy. Theorie der Chlorverbindungen.

Unter Davy's anderen Untersuchungen war noch für die ganze Chemie diejenige besonders wichtig, welche er über das Chlor anstellte. Die Ansicht, die über diesen Körper bis zu seiner Zeit als die herrschende galt, war die von Berthollet aufgestellte und bereits früher (Seite 335) besprochne. Selbst als Thatsachen constatirt wurden, welche die Berthollet'sche Ansicht als mangelhaft darthaten, suchte man doch noch an den Grundzügen seiner Theorie festzuhalten, daß nämlich das Chlor eine Verbindung der Salzsäure mit Sauerstoff sei. So hatten Gay-Lussac und Thénard 1809 gezeigt, daß es unmöglich ist, in der Salzsäure den Sauerstoff direct nachzuweisen, daß bei der Vereinigung der Salzsäure mit Oxyden nicht geradezu salzsaure Metalloxyde gebildet werden, sondern daß zugleich Wasser dabei zum Vorschein kommt. Die Schlußfolgerung, welche hieraus, mit Beibehaltung des Wesentlichen von Berthollet's Ansicht, gezogen wurde, war, daß das salzsaure Gas im isolirten Zustande nie wasserfrei existire, daß Chlor wasserfreie Salzsäure mit Sauerstoff, d. h. also gewöhnliches salzsaures Gas ohne Wasserstoff, sei, daß bei der Verbindung von Salzsäuregas mit Metalloxyden das in dem erstern enthaltene Wasser frei werde. Davy hatte schon 1808 gezeigt, daß Kalium in Salzsäuregas unter Abscheidung von Wasserstoff zu Chlorkalium (oder, wie man damals sagte, salzsaurem Kali) wird; auch dieses Factum erklärte sich nach der modificirten Ansicht Berthollet's. Der einfacheren Erklärungsweise, daß das Chlor ein elementarer Stoff sei, der in Verbindung mit Wasserstoff die Salzsäure, in Verbindung mit Metallen salzartige Producte hervorbringe, stand die herrschende Ansicht entgegen, wornach jedes Salz aus einer Sauerstoffsäure und einer (sauerstoffhaltigen) Basis bestehen sollte. Gay-Lussac und Thénard, obgleich sie schon 1809 die Möglichkeit der einfacheren Erklärungsweise recht gut sahen, glaubten doch an der herrschenden Ansicht festhalten zu müssen. Geradezu aber erklärte sich gegen die letztere Davy 1810, als er seine Untersuchungen über das Chlor wieder aufnahm, indem er die Einfachheit einer Erklärungsweise für ein wichtigeres Kriterium derselben hielt, als ihre Uebereinstimmung mit Theorien, deren Aufstellung zu einer Zeit versucht worden war, wo man keineswegs alle zu berücksichtigenden Thatsachen gekannt hatte. Er machte geltend, daß die modificirte Berthollet'sche Ansicht die Annahme von zwei Körpern nöthig macht, die im isolirten Zustande nicht bekannt sind: des Radicals, dessen Sauerstoffverbindung die wasserfreie Salzsäure sein soll, und dann diese wasserfreie Salzsäure selbst; er zeigte im Ge-

H. Davy. Theorie der Chlorverbindungen.

gentheil, daß die Annahme, das Chlor sei ein einfacher Körper, der mit Wasserstoff das salzsaure Gas, mit Metallen Salze hervorbringt, alle Thatsachen erklärt, ohne solche Hypothesen nöthig zu machen. Er fügte die Beweise hinzu, daß aus Chlor nie Salzsäure durch Entziehung von Sauerstoff gebildet werden kann, daß diese Bildung nur statthat, wenn das Chlor mit einem wasserstoffhaltigen Körper in Action tritt; er hob hervor, wie auffallend es bei Beibehaltung der andern Ansicht ist, daß, wenn schon Salzsäure saure Eigenschaften zeigt, die Verbindung derselben mit noch mehr Sauerstoff, das Chlor, gar keine sauren Reactionen hat. — Davy's Anschauungsweise griff reformirend in die ganze chemische Theorie ein; nach ihr war der Sauerstoff nicht mehr das allein Acidificirende: der Begriff der Wasserstoffsäuren wurde eingeführt; nach ihr gab es Salze, welche keinen Sauerstoff enthalten. Es war die Annahme der Davy'schen Erklärung die erste große Modification, welche an Lavoisier's System angebracht wurde; ihr widerstand das Herkommen, die Autorität einer Theorie, welche für die Chemie als Grundgesetz seit 30 Jahren gegolten hatte. Aber Davy's Beweisführung war so bündig, daß schon 1812 Gay-Lussac und Thénard ihr beitraten; die Mehrzahl der Chemiker folgte ihnen, bis von 1820 an Davy's Theorie als die allein zulässige anerkannt wurde.

Arbeiten über die Theorie der Säuren.

Es kam einige Unsicherheit in die Theorie der Säuren und die der Salze, als Davy die Existenz von Wasserstoffsäuren, von Haloidsalzen (wir bedienen uns des Namens, ob er gleich nicht von Davy gegeben wurde) dargethan hatte. Eine Vergleichung so analoger Körper, wie der Schwefelsäure mit der Salzsäure, des schwefelsauren Kali's mit dem Chlorkalium, mußte Zweifel hervorbringen, ob wirklich die Constitution derselben eine ganz verschiedene sei, ob man Sauerstoffsäuren von Wasserstoffsäuren, Sauerstoffsalze von Haloidsalzen unterscheiden müsse. Allein schon Davy deutete auch an, wie sich eine vollkommen übereinstimmende Betrachtungsweise für alle Säuren, alle Salze erlangen läßt, sobald man nicht mehr den Sauerstoff als Ursache des Säurezustandes annimmt, sobald man alle Säuren als Wasserstoffsäuren, alle Salze als Haloidsalze betrachtet, nur daß in den einen der halogenische Körper ein Element, in den anderen eine zusammengesetzte Substanz ist. Schon 1815 wies er darauf hin, daß die saure Eigenschaft einer Verbindung nicht von ihrem Sauerstoffgehalt abhängig ist, und legte den Grund zu einer neuen Säuretheorie, die zwar immer noch

nicht allgemein angenommen ist, die jedoch sich einer stets zunehmenden Unterstützung zu erfreuen hat. H. Davy.

Elektrochemische Theorie.

Aus Davy's Untersuchung der elektrischen Kraft in ihrer Beziehung zu den chemischen Erscheinungen ging noch eine Folge hervor, welche für unsere Wissenschaft von dem nachhaltigsten Einfluß und zum ersten Ausgangspunkt mehrfacher späterer Forschungen geworden ist. Ich meine den Zusammenhang zwischen dem elektrischen Verhalten der Körper und ihrer Affinität zu einander, und Davy verdankt man die erste elektrochemische Theorie über die Verwandtschaft. Er hob hervor, daß, während größere Massen verschiedener Körper in Berührung mit einander Elektricität erzeugen, die Wirkung ihrer kleinsten Theilchen auf einander chemische Action hervorbringt; er glaubte hiernach, daß die Berührungselektricität und die Verwandtschaft eine gemeinsame Ursache haben. Seine Ansicht ging dahin, daß die Berührung zweier Körper, die mit Affinität zu einander begabt sind, die entgegengesetzten Elektricitäten in ihnen frei werden läßt, daß die Umstände, welche die Affinität erhöhen, auch die elektrische Spannung steigern, bis bei hinlänglicher Zunahme der letztern der Widerstand, die Cohäsion jedes einzelnen Körpers, überwunden wird, und ein Aneinanderlagern der kleinsten Theilchen beider Körper, eine Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten mit der Bildung einer chemischen Verbindung eintritt; wobei denn, falls die elektrische Spannung stark genug war, die Ausgleichung der Elektricitäten unter Feuererscheinung, unter Entwicklung von Licht und Wärme vor sich geht.

Einzelne chemische Arbeiten.

Diese letztere Theorie Davy's ist später umgestaltet worden, aber auch sie, wie alle seine Leistungen, gereichte der Wissenschaft zum belebendsten Fortschritt. In den folgenden Theilen werde ich seine Untersuchungen noch ausführlicher besprechen, auch über diejenigen Gegenstände, deren Bearbeitung von nicht so umfassendem Einfluß war, als die bis hierher mitgetheilten Resultate. — Seine Forschungen über die Flamme und die Verbrennung überhaupt trugen Vieles zur Berichtigung der Ansichten über diesen Proceß bei; seine Arbeiten über Schwefel, Phosphor, Chlor u. s. w. leiteten zugleich zu der Entdeckung verschiedner neuer Substanzen, des schwer entzündlichen Phosphorwasserstoffgases z. B., mehrerer Oxydationsstufen des Chlors u. s. w. Gleich nach der Entdeckung des Jods beschäftigte er sich mit der Untersuchung dieses Körpers, und trug Vieles zu der Erkenntniß desselben bei; nach der Begründung des Elektromagnetismus

H. Davy. Einzelne chemische Arbeiten.

durch Oerstedt widmete Davy auch diesem neuen Zweige der Naturlehre seine Aufmerksamkeit und erweiterte ihn. So hat er seinen Namen mit jedem wichtigern Fortschritt der Wissenschaft in Verbindung gebracht; aber viele Resultate wußte er auch zum Vortheil seines Vaterlandes, zur Erhaltung seiner Mitmenschen praktisch zu nützen. Die Anwendung der galvanischen Kraft, um den Kupferbeschlag der Schiffe zu bewahren, die Erfindung der Sicherheitslampe für Bergleute, zum Schutz gegen die Entzündung brennbarer Gasarten, sind hier zu nennen. Die Einführung des letztern Instruments, die Benutzung desselben in allen Ländern, läßt in der Tiefe der Erde an den großen Naturforscher erinnern, dessen Geist indeß weiter noch in die Erde einzudringen suchte, als wohin die physische Kraft des Menschen gelangen kann, dessen Genie das Dunkel zu erhellen suchte, in welchem der Zustand des Innern unsers Erdkörpers versteckt ist, und durch eine kühne Theorie darüber nach einer Erklärung der vulkanischen Erscheinungen strebte.

Schriften.

Noch ist über Davy's literarische Leistungen Einiges hier anzugeben, so weit dieselben auf chemische Gegenstände Bezug haben. Seine Laufbahn als Schriftsteller eröffnete er als Mitarbeiter einer vom Dr. Beddoes 1799 angefangenen Zeitschrift: Contributions to physical and medical knowledge, welche indeß nicht weiter fortgesetzt wurde. Zu derselben Zeit erschienen auch schon Abhandlungen von ihm in Nicholson's Journal. Seit 1801 publicirte er seine Entdeckungen vorzugsweise in den Philosophical Transactions; Auszüge und Notizen darüber finden sich auch in vielen anderen englischen und anderen Zeitschriften, deren einzelne Aufzählung hier nutzlos wäre. In mehreren Zeitschriften Frankreichs, mit dessen Gelehrten Davy eine Zeit lang eine Art Rivalität auszuhalten hatte, sind noch Originalabhandlungen von ihm niedergelegt, so in dem Journal de Physique, den Annales de Chimie, und den Annales de Chimie et de Physique. — Von selbstständigen Werken erschienen 1800 seine Researches chemical and philosophical, chiefly concerning nitrous oxide and its respiration (deutsche Uebersetzung erst 1812), worin er auch über den Athmungsproceß im Allgemeinen wichtige Beobachtungen mittheilte. Von 1810 bis 1812 gab er seine Elements of chemical philosophy heraus (1814 in's Deutsche, 1816 in's Französische übersetzt); 1813 seine Elements of agricultural chemistry (1814 in's Deutsche, 1829 in's Französische

übertragen). — Nach H. Davy's Tode wurden seine Schriften durch seinen Bruder, Dr. John Davy, der sich gleichfalls als Chemiker einen ehrenvollen Namen erworben hat, in einer vollständigeren Ausgabe gesammelt. H. Davy. Schriften.

Die Anregung, welche durch Davy's elektrochemische Untersuchungen und besonders durch seine Entdeckung der Alkalimetalle sich der Chemie mitgetheilt hatte, gab zu vielen Untersuchungen anderer Chemiker Anlaß, welche auf dem reichen Felde, das neu aufgeschlossen war, wichtige Resultate ernteten. Am bedeutendsten unter diesen Arbeiten waren die Forschungen, welche Gay-Lussac und Thénard zusammen anstellten; die Besprechung derselben findet erst hier eine Stelle, nachdem über die Einführung der elektrochemischen Untersuchungsweise berichtet worden ist, welche einem großen Theile jener gemeinschaftlichen Arbeiten zu Grunde liegt, obgleich auch noch anderen wichtigen Gegenständen dabei gründliche Berücksichtigung zu Theil wurde. Am passendsten verflechten wir die Mittheilungen darüber mit der ausführlicheren Würdigung von Thénard's Leistungen.

Ueber die Lebensverhältnisse dieses Gelehrten stehen mir nur sehr unvollkommene Nachrichten zu Gebote. — Louis Jacques Thénard ist 1777 zu Nogent sur Seine geboren. Seine naturwissenschaftlichen Studien begann er frühzeitig zu Paris. Er war hier Schüler Berthollet's, mit welchem er auch später, als eifriges Mitglied der Société d'Arcueil, in steter Verbindung blieb. Schon 1797 wurde er als Repetiteur an der polytechnischen Schule angestellt. An dieser Anstalt wurde er später Professor, und erhielt auch den Lehrstuhl der Chemie an dem Collège de France und an der Faculté des sciences der Pariser Universität. Als Mitglied des berathenden Comités im Ministerium des Innern hatte er an vielen Maßregeln Antheil, welche der Verbreitung des naturwissenschaftlichen Studiums in Frankreich förderlich waren. Zur Anerkennung seiner Verdienste wurde er 1825, bei Karl's X. Krönung, zum Baron ernannt, und später zum Pair von Frankreich. Thénard. Leben.

Thénard's Einfluß auf die Chemie äußerte sich sowohl in wichtigen Entdeckungen, welche die Wissenschaft an und für sich vorwärts brachten, als auch in erfolgreicher Thätigkeit für die Verbreitung derselben; er hat sich als gründlicher Forscher wie als Lehrer und Schriftsteller gleiches Verdienst erworben. In letzterer Hinsicht nützte er außerdem der Wissenschaft Chemische Leistungen.

Thénard. Chemische Leistungen.

noch besonders durch die systematische Behandlung, welche er ihr angedeihen ließ, und durch die übersichtliche Klassification, welche er auf sie anwandte. Eine vollständigere Aufzählung aller seiner einzelnen Untersuchungen scheint hier unnöthig, da sie in den folgenden Theilen nochmals zur Sprache kommen; einige für die Chemie im weitern Umfang wichtige Arbeiten hervorzuheben, mag hier genügen. Für die unorganische Chemie hat er, neben vielen anderen Untersuchungen und Verdiensten um die Analyse, besonders die Kenntniß der Wasserstoffverbindungen bereichert, sowohl durch die wichtige Entdeckung (1818), daß sich dieser Körper mit Sauerstoff in noch einem andern Verhältniß als zu Wasser, zu Wasserstoffsuperoxyd, vereinigen kann, als auch durch die mit Dulong gemeinschaftliche Untersuchung (1823) über die Einleitung der Verbrennung des Wasserstoffs durch Platin und andere Substanzen, wozu ihnen Döbereiner's Entdeckung dieses merkwürdigen Factums Veranlassung gab. — Zahlreich sind auch seine Arbeiten in dem Gebiete der organischen Chemie, welche über viele Substanzen zuerst richtigere Begriffe gaben. Eine der ersten von ihm war die über Fettsäure, wo er die irrthümlichen Ansichten vieler seiner Vorgänger zu verbessern hatte, und zuerst zeigte, auf welche Art sich durch Destillation des thierischen Fetts eine eigenthümliche Säure darstellen lasse. — Seine Untersuchungen über die Gährung begann er schon 1803; an sie reihten sich von 1807 an Arbeiten über die Aetherarten; er zeigte hier zuerst die Mannigfaltigkeit dieser Klasse von Körpern, je nach der Säure, welche bei der Aetherification mit zugegen war; den Citronensäure- und Aepfelsäureäther stellte er zuerst dar, viele andere untersuchte er genauer als dies je vorher geschehen war, und suchte für die Constitution der verschiedenen Aetherarten die Ansicht geltend zu machen, daß jede aus Alkohol, verbunden mit einer organischen Säure im hypothetisch wasserfreien Zustande, bestehe, woraus sich dann die Zersetzung dieser Substanzen durch Alkalien genügend erklärte. — Auch seine Untersuchung der Galle verdient hervorgehoben zu werden, da durch sie besonders die Aufmerksamkeit der Chemiker auf die in dieser Substanz enthaltenen Stoffe hingelenkt wurden; er stellte mit der Galle von verschiedenen Thieren seine Versuche an, und glaubte darin einen besondern Stoff, das Pikromel, als eigenthümlich unterscheiden zu müssen.

Schriften.

So ließen sich noch viele Arbeiten von Thénard anführen, welche alle zu dem Fortschreiten der chemischen Kenntnisse wesentlich beigetragen

haben; er theilte die Resultate mit in dem Journal de Physique, besonders aber in den Annales de Chimie (von 1801 an) und in den Annales de Chimie et de Physique. Auch die Mémoires de la société d' Arcueil enthalten schätzbare Abhandlungen von ihm. — Von selbstständigen Werken nenne ich hier seinen Traité de Chimie élémentaire, théorique et pratique, eines der verbreitetsten Lehrbücher, welche in der neuern Zeit publicirt wurden. Es erschien zuerst 1813 — 1816 in 4 Bänden, und neue Ausgaben folgten sich schnell hinter einander (die 6. Auflage erschien 1834 — 1836 in 5 Bänden). Schon 1818 erschien eine deutsche Uebersetzung des 4. Bandes, der die analytische Chemie abhandelt, unter dem Titel »Anleitung zur chemischen Analyse«, das ganze Werk wurde, nach der fünften französischen Auflage, 1825 — 1833 mit Ergänzungen (durch Fechner) in's Deutsche übertragen. Thénard. Schriften.

Wir kommen nun zu der Besprechung der Untersuchungen, welche Gay-Lussac und Thénard gemeinschaftlich anstellten; die Vereinigung zweier so ausgezeichneter Männer mußte nothwendig Resultate ergeben, die für unsere Wissenschaft im höchsten Grade förderlich waren. Nächste Veranlassung zu ihren gemeinsamen Arbeiten war der Umstand, daß 1808, als Davy's Entdeckungen über die chemische Wirksamkeit galvanischer Apparate die Aufmerksamkeit aller Naturforscher in Anspruch genommen hatten, die polytechnische Schule zu Paris eine äußerst kräftige galvanische Batterie erhielt, zu deren Benutzung Gay-Lussac und Thénard aufgefordert wurden. Diese Chemiker stellten nun eine Reihe von Versuchen an, die ebenso viel Wichtigkeit für die Physik hatten, indem sie alle Umstände erforschten, von denen die Wirksamkeit des Apparats abhängt, als auch für die Chemie, indem sie die chemische Action des Apparats genau untersuchten, die Wirkungen mit denen der gewöhnlichen Zersetzungsmittel verglichen, und die elektrochemische Zerlegung durch rein chemische Operationen zu ersetzen suchten. Ihren Arbeiten verdankt man z. B. die Entdeckung, daß sich die Metalle der Alkalien auch ohne Anwendung galvanischer Apparate, mit Hülfe anderer Reductionsmittel, darstellen lassen. Sie gelangten auf diesem Wege dahin, die metallischen Grundlagen dieser Körper in weit größerer Menge zu bereiten, als dies früher geschehen konnte, und dieser Umstand begünstigte sie, mit Hülfe so kräftiger Reagentien viele Substanzen von einer neuen Seite kennen zu lernen. Gay-Lussac's und Thénard's gemeinschaftliche Untersuchungen. Elektrochemische Arbeiten.

Gay-Lussac und Thénard. Gemeinschaftliche Untersuchungen.

Im Besitz bedeutenderer Quantitäten von Kalium und Natrium konnten sie nun die Eigenschaften dieser merkwürdigen Körper genauer feststellen, als dies für Davy möglich gewesen war; sie untersuchten auch vollständiger die Verbindungen, welche diese Stoffe eingehen, und die Wirkung, welche sie auf andere zusammengesetzte Körper ausüben. So z. B. entdeckten sie, daß durch rasche Verbrennung sowohl das Kalium als das Natrium sich mit mehr Sauerstoff vereinigt, als in den gewöhnlichen Oxyden damit verbunden ist; sie bestimmten die Eigenschaften und die Zusammensetzung dieser Superoxyde. Aber vorzüglich wichtig wurden diejenigen Arbeiten, die sie unternahmen, um andere Körper durch die Einwirkung der Alkalimetalle zu zerlegen; über alle Substanzen, welche irgend dabei in Betracht kamen, stellten sie genauere Forschungen an. So z. B. bei Gelegenheit der Untersuchung, welche Wirkung das Kalium auf flußsaures Gas hat, stellten sie zuerst die reine Flußsäure dar, und entdeckten sie das Fluorborongas (1808), die Untersuchung der Borarsäure mittelst Kalium ließ sie (1808) die brennbare Basis dieser Säure entdecken. Ihre Arbeit über das salzsaure Gas (1809) gab den ersten Anstoß zu einer richtigeren theoretischen Erkenntniß dieses Körpers, indem sie zeigten, daß derselbe sich nicht vom Chlor nur durch einen geringern Gehalt an Sauerstoff unterscheide, wie bis dahin angenommen worden war, sondern daß möglichst getrocknetes salzsaures Gas bei seiner Vereinigung mit Metalloxyden immer eine Ausscheidung von Wasser hervorbringt. Ob sie gleich die Möglichkeit einer einfachern Erklärungsweise dieser Erscheinungen einsahen, durch die Annahme nämlich, daß das salzsaure Gas eine Wasserstoffverbindung eines einfachen Körpers, des Chlors, sei, zogen sie doch vor, an der frühern Meinung noch festzuhalten, mit den Modificationen, welche ich schon oben (Seite 379) besprochen habe. Aber sie selbst lieferten noch die überzeugendsten Beweise, daß diese Meinung eine unrichtige sei, indem alle ihre Versuche, einen Sauerstoffgehalt im Chlor, z. B. durch Leitung dieses Gases über heftig glühende Kohlen, nachzuweisen, negative Resultate gaben. Daß das salzsaure Gas nur in Verbindung mit chemisch gebundenem Wasser existiren könne, wie ihre Ansicht war, glaubten sie noch dadurch wahrscheinlich gemacht, daß Kieselerde mit Kochsalz (salzsaurem Natron nach ihrer Meinung) heftig erhitzt, die Säure aus diesem Salz nicht austreibt, daß aber sogleich diese Zersetzung eintritt, wenn man Wasserdämpfe über die glühende Mischung streichen läßt. So machten sie mit einer Menge von Erfahrungen bekannt, welche, unabhängig von der

Annahme der einen oder der andern Theorie über die Natur der Salzsäure, wesentlich zur Kenntniß der Eigenschaften dieses Körpers, seiner Verbindungen und seiner Bildung beitrugen; wie sie denn z. B. auch zuerst die rasche Vereinigung des Chlors mit dem Wasserstoff durch Einwirkung des Sonnenlichts wahrnahmen. Nachdem sie so die wichtigsten Thatsachen über die Chlorverbindungen zu Tage gebracht hatten, standen sie auch nicht lange an, als Davy 1810 eine einfachere Erklärungsweise darüber aufgestellt hatte, dieser beizutreten, und schon 1812 bekannten sie sich als Anhänger der neuen Theorie und trugen nun nicht wenig dazu bei, derselben allgemeinere Anerkennung zu verschaffen. Gay-Lussac und Thénard. Gemeinschaftliche Untersuchungen.

Diese gemeinschaftlichen Untersuchungen Gay-Lussac's und Thénard's lassen sich gewissermaßen als Folgen der elektrochemischen Richtung betrachten, da Davy's Entdeckungen über die chemischen Wirkungen der Elektricität den ersten Anlaß dazu für sie boten. Die Abhandlungen, worin sie die Früchte ihrer Bemühungen veröffentlichten, finden sich für 1808 bis 1810 in den Bulletins de la société philomatique, den Annales de chimie, den Mémoires de la société d'Arcueil und anderen Zeitschriften; gesammelt und mit Zufügung anderer neuerer Untersuchungen erschienen sie 1811 in zwei Bänden unter dem Titel: Recherches physico-chimiques. Schriften.

Von ihren gemeinschaftlichen Arbeiten, welche mit der Elektrochemie in keinem Zusammenhange stehen, heben wir hier noch eine hervor, da sich an diese die Betrachtung der folgenden Chemiker am passendsten anknüpfen läßt. Es betrifft diese die Zusammensetzung der organischen Verbindungen, deren genauere Kenntniß hauptsächlich von Gay-Lussac's und Thénard's Untersuchungen an zu datiren ist. — Obgleich schon mit dem Beginn dieses Zeitalters auch die Bestandtheile der organischen Substanzen in qualitativer Hinsicht richtig erkannt worden waren, obgleich schon Lavoisier versucht hatte, auch die quantitativen Mischungsverhältnisse zu erforschen, so waren doch in dieser Beziehung nur langsame und unvollkommne Fortschritte gemacht worden. Ich werde in der speciellen Geschichte der organischen Chemie die Methoden genauer angeben, mittelst deren man damals die Elementarzusammensetzung solcher Körper zu bestimmen suchte; die Resultate waren höchst ungenügend und sich widersprechend; nur für die leicht verdampfbaren organischen Stoffe, wo die gewöhnliche Analysirmethode für Gase Anwen- Analyse organischer Substanzen.

Gay-Lussac und Thénard. Analyse organischer Substanzen.

dung finden konnte, schien es möglich, genauere Resultate erhalten zu können. Erst Gay-Lussac und Thénard gaben einen Weg an, nicht verdampfbare organische Körper in ihre letzten Bestandtheile zu zerlegen, durch Mischen und Verbrennen mit einer Substanz, welche Sauerstoff an die ersteren abtreten kann, und durch Ausmittelung der Verbrennungsproducte. Bei der Schwierigkeit eines ersten solchen Versuchs, zu dessen Vervollkommnung später so ausgezeichnete Kräfte sich vereinigten, kann es nicht wundern, wenn ihre Angaben mit den wahren Zusammensetzungsverhältnissen, wie wir sie jetzt anzunehmen Ursache haben, nicht vollkommen übereinstimmen, aber die Resultate waren unvergleichbar richtiger, als die aller ihrer Vorgänger, welche über einige der von ihnen untersuchten Stoffe schon gearbeitet hatten. In Bezug auf die Methode, welche Gay-Lussac und Thénard hier anwandten, auf die theoretischen Folgerungen, welche sie aus ihren Erfahrungen zogen, muß ich nochmals auf die specielle Geschichte der organischen Chemie verweisen, und hebe hier nur hervor, daß sie den Grund dafür, ob eine organische Substanz saure, indifferente oder basische Eigenschaften zeige, in der quantitativen Zusammensetzung, namentlich dem Verhältniß des Sauerstoffs zum Wasserstoff, zu finden glaubten.

Diese Andeutung einer solchen Abhängigkeit der chemischen Eigenschaften von der quantitativen Zusammensetzung trug dazu bei, die Aufmerksamkeit der Chemiker der Analyse organischer Verbindungen mehr zuzuwenden, als es früher der Fall gewesen war. Doch war die Zerlegung dieser Körper immer noch eine der schwierigsten Aufgaben; die Beurtheilung der verschiedenen Methoden, sie auszuführen, war immer noch unsicher, die Zuverlässigkeit der erhaltenen Resultate blieb zweifelhaft, bis man auch für die Analyse dieser Klasse von Verbindungen die Controle benutzte, welche einige Zeit vorher schon die Zerlegung der unorganischen Substanzen so sehr vervollkommnet hatte; bis nämlich die atomistische Theorie auch in der organischen Chemie Anwendung fand.

Ausbildung der organischen Chemie.

Die Bemühungen früherer Chemiker, auch bei organischen Verbindungen solche Regelmäßigkeiten in den Verbindungsverhältnissen nachzuweisen, wie bei den unorganischen, war ohne Einfluß für die Erkenntniß dessen geblieben, was man unter dem Begriff der Elementarconstitution einer rein organischen Substanz begreift. Man hatte fast immer diese Körper nur in der Beziehung untersucht, in welchen Verhältnissen sie sich mit unorganischen

verbinden; Richter hatte so z. B. auch für mehrere organische Säuren die Aequivalentgewichte bestimmt, und gezeigt, daß die Verbindungsverhältnisse derselben die nämlichen Gesetzmäßigkeiten ergeben, wie die der Mineralsäuren; Dalton's Gesetz der multiplen Proportionen hatte seine hauptsächlichsten ersten Beweise in der Untersuchung der mehrfachen Verbindungen erhalten, welche ein Alkali (Kali) mit einer organischen Säure (Kleesäure) eingeht. Dalton selbst hatte für einige organische Verbindungen zu berechnen gesucht, nach welchen Atomverhältnissen die Elemente darin enthalten sind, allein die Analysen, auf welche er sich dabei stützte, waren zu ungenau und schwankend, als daß seine Angaben auf größeres Zutrauen hätten Anspruch machen können. Auch Gay-Lussac und Thénard controlirten ihre Analysen nicht durch Vergleichung der Resultate mit den Anforderungen der atomistischen Theorie; Berzelius war es, der sich hauptsächlich das Verdienst erwarb, die Stöchiometrie auch in die Untersuchungen der organischen Chemie einzuführen, und darzuthun, daß die Zusammensetzung der organischen Substanzen ganz denselben Gesetzen unterworfen ist, wie die der unorganischen. Wir knüpfen an die Besprechung dieses einzelnen Theils von Berzelius' Untersuchungen den Bericht über seine chemischen Leistungen im Allgemeinen. Ausbildung der organischen Chemie.

Die wissenschaftliche Bedeutsamkeit, welche für die schwedischen Chemiker durch Bergman's und Scheele's ausgezeichnete Entdeckungen an dem Ende des vorigen Zeitalters so schnell errungen worden war, hatte durch den beinahe gleichzeitigen Tod dieser beiden Gelehrten eine merkbare Abnahme erlitten. Keiner unter den nächsten Schülern und Nachfolgern jener beiden Männer wußte sich so wie sie zum Repräsentanten einer bestimmten Richtung in der Chemie zu erheben; mit der Begründung und Ausbildung der antiphlogistischen Theorie steht kein Name eines schwedischen Chemikers in näherer Verbindung. Doch fand die Scheidekunst immer noch in diesem Lande eifrige Verehrer; für einzelne Zweige der Chemie, für die Erkenntniß einzelner Stoffe werden wir in den folgenden Theilen Namen wie Gahn, Ekeberg u. a. hervorzuheben haben, deren Einfluß indeß zu beschränkt war, als daß schon hier eine ausführlichere Besprechung derselben gerechtfertigt wäre. Zu der Zeit aber, wo die antiphlogistische Theorie allgemein angenommen ist, wo die Aufmerksamkeit der Chemiker sich von der alleinigen Untersuchung der Verbrennungstheorie zu anderen wichtigen Zweigen

Zusammenfassung der verschiedenen Richtungen in der Chemie.

der quantitativen Richtung hinwendet, in dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts, tritt in Schweden wieder ein Chemiker auf, der seinem Vaterlande den durch Bergman und Scheele begründeten Ruhm, an der Ausbildung der Chemie auf's erfolgreichste mitgewirkt zu haben, durch die wichtigsten und vielseitigsten Untersuchungen auf's glänzendste erneuert.

Berzelius.

Bei der Mannichfaltigkeit von Berzelius' Untersuchungen erscheint die Bestimmung schwierig, an welcher Stelle man eine Aufzählung seiner gesammten Leistungen versuchen soll, wenn man die Chemiker dieses Zeitalters nach ihren eigenthümlichen Richtungen klassificirt schildern will. Gleich große, gleich wichtige Verdienste erwarb er sich um die Ausbildung der analytischen Chemie, um die Begründung der Lehre von den chemischen Proportionen und um ihre weitere Anwendung in anderen mit der Chemie zusammenhängenden Wissenschaften, um die Erkenntniß der elektrochemischen Verhältnisse, um die organische Chemie im Ganzen, deren Substanzen er mit einer den Untersuchungen über unorganische Körper gleich kommenden Genauigkeit erforschen lehrte, um die Entdeckung vieler und die genauere Bearbeitung fast aller Stoffe, welche zusammen den Gegenstand der Chemie ausmachen. Berzelius vereinigte in sich alle die verschiedenen Richtungen, welche seit dem Beginne des jetzigen Zeitalters zur Entwicklung unserer Wissenschaft hingewirkt hatten. Wenn wir hier erst, nach der Besprechung von Davy, Gay-Lussac und Thénard, eine ausführlichere Würdigung seiner Arbeiten versuchen, so geschieht dies nur mit Beziehung auf Einen Zweig seines mannigfaltigen Einflusses auf unsere Wissenschaft, mit Beziehung auf seine Behandlung der organischen Chemie nach den Grundsätzen der Proportionslehre; und diese Richtung prägte er der Chemie besonders von 1814 an auf, einer Zeit, welcher die hauptsächlichsten Leistungen der im Vorstehenden besprochenen Chemiker vorhergehen. Um aber eine vollständigere Uebersicht des Antheils zu erhalten, welchen Berzelius an der Gestaltung des jetzigen Zustandes der Chemie hat, müssen wir weit zurückgehen, denn seine unermüdliche Thätigkeit erstreckt sich mit gleichem Eifer über eine größere Reihe von Jahren, als dies sonst gewöhnlich einem Gelehrten vergönnt ist.

Leben.

Jacob Berzelius ist 1779 zu Wafnersunda bei Linköping (in Ost-Gothland) geboren, an welchem letztern Orte sein Vater als Vorstand der Schule lebte. — Von 1796 an studirte er zu Upsala Medicin und vor-

zugsweise Chemie; bereits 1799, wo er sich in den Bädern von Medevi aufhielt, unternahm er seine erste größere chemische Arbeit, die Analyse der verschiedenen Quellen jenes Gesundbrunnens. Die Resultate dieser Untersuchung faßte er zusammen in seiner ersten akademischen Abhandlung, über welche er 1800 disputirte; 1801 wurde er Baccalaureus und bald darauf Licentiat der Heilkunde. Zu seinen chemischen Forschungen kamen jetzt auch physikalische Arbeiten hinzu; über die Einwirkung des Galvanismus auf organische Körper schrieb er 1802 eine Dissertation, welche er zur Erlangung des Doctorgrads in der Medicin vertheidigte. Durch seine chemischen Arbeiten hatte er sich damals bereits so sehr ausgezeichnet, daß man seine Anstellung in Stockholm durch Errichtung einer neuen (seither beibehaltenen) Stelle möglich zu machen suchte, er wurde zum adjungirten Professor der Chemie und Pharmacie an der medicinischen Schule daselbst ernannt; zugleich hielt er hier öffentliche Vorlesungen über Chemie vor einem größern Kreise von Gebildeten. Seine Beschäftigungen wurden bald noch mannichfaltiger, da er 1803 als Arzt der Werner'schen Anstalt für künstliche Mineralwasser beitrat, — welche er bald durch seine chemischen Kenntnisse und das allgemeine Zutrauen, dessen er genoß, in einen blühenden Zustand brachte, — und 1805 vom Staate als Armenarzt angestellt wurde. Lehrer der Chemie an der Carlberg'schen Militärschule wurde er 1806, und 1807 wirklicher Professor der Chemie und Pharmacie an der medicinischen Schule. In dem letztern Jahre vereinigte er sich mit mehreren anderen seiner Collegen, und gründete die Gesellschaft der schwedischen Aerzte; ein Jahr später wurde er zum Mitgliede der Stockholmer Akademie ernannt, welche ihn 1810 zu ihrem Präsidenten erwählte, und ihm eine jährliche Summe zur Unterstützung seiner wissenschaftlichen Forschungen aussetzte. Zu der letztern Zeit trat er auch als Assessor in das schwedische Medicinalcollegium ein. Bei der Krönung des Königs Karl Johann (1818) wurde er in den Adelstand erhoben, mit der Erlaubniß, seinen Namen ungeändert behalten zu können, was in Schweden sonst in solchen Fällen ungebräuchlich ist. — Die Stockholmer Akademie ernannte ihn 1818 zu ihrem ständigen Secretär, welche Stelle er noch bekleidet. Seine Entlassung als Professor an der medicinischen Schule nahm er 1832, nach dreißigjähriger Dienstleistung. Der König ernannte ihn zum Professor emeritus honorarius an dieser Anstalt, und erhob ihn 1835, bei Gelegenheit von Berzelius' Verheirathung, in den Freiherrnstand. — Berzelius' seltene Verdienste um die Wissen-

Berzelius. Leben.

Berzelius. Leben.

schaft wurden noch außerdem in seinem Vaterlande wie in dem Auslande vielfältig anerkannt; mit den Gelehrten des letztern brachten ihn wiederholte wissenschaftliche Reisen in nähere Berührung, so 1813 nach England, 1819 nach Deutschland und Frankreich, 1822 nach Böhmen, 1830 abermals nach Deutschland, 1835 nach Bonn zu der Versammlung deutscher Naturforscher, u. a. — Die Direction der Eisenwerke in Schweden suchte ihm ihre Dankbarkeit für seine Leistungen in diesem Zweige der Metallurgie durch Beilegung einer Pension zu bewe'sen; sein König und viele auswärtige Monarchen erkannten seine Verdienste dnrch Verleihung von Ehrenzeichen an; die Akademien der verschiedensten Länder ehrten sich, indem sie seinen Namen der Liste ihrer Mitglieder beischrieben. Nie hat bei Berzelius unter den verschiedenen Verhältnissen, in welchen er sein Leben hinbrachte, der Sinn für ächt wissenschaftliche Forschung, die Theilnahme an jedem Fortschritt in der Naturlehre eine Aenderung erfahren. Das Streben, der Wissenschaft möglichst zu nützen, hat er in der mannichfachsten Art bethätigt, und in jeder auf das ausgezeichnetste; als selbstständiger Forscher, als Sammler und Schriftsteller, als Lehrer durch seine ausgezeichneten Werke und durch den persönlichen Unterricht, welchen er anderen Chemikern ertheilte, hat er seinen großartigen Einfluß auf die Chemie ausgeübt. Aus seinem Laboratorium gingen Chemiker hervor, welche zu den ausgezeichnetsten der neuern Zeit gehörend (von den Deutschen genossen seine Anleitung nach einander Chr. Gmelin, Mitscherlich, Heinrich und Gustav Rose, Wöhler, Magnus u. a., von Schweden Arfvedson, Nordenskiöld, Mosander u. a.), mit unverbrüchlicher Pietät ihrem Lehrer stets anhängen, und die Zeit ihres Aufenthalts in Stockholm als diejenige betrachten, die ihrem wissenschaftlichen Streben die nachhaltigste Anregung mittheilte.

Allgemeiner Charakter.

Berzelius' Arbeiten zeichnen sich alle durch die scharfsinnige Wahl der Hülfsmittel, durch ungewöhnliche Ausdauer, durch treues Festhalten an den Ergebnissen der Erfahrung aus, von dem er sich nie zu gewagteren theoretischen Schlußfolgerungen, sobald diesen irgend eine Erfahrung nicht zu entsprechen schien, abwenden ließ. Die seltene Beharrlichkeit bei allen seinen Forschungen, die mühevolle Sorgfalt, womit er jeden Gegenstand bearbeitete und über Substanzen Aufschluß gab, deren Untersuchung hin und wieder zunächst keinen Anhaltspunkt für die Entscheidung der wichtigeren Fragen der Chemie zu geben schienen, konnten nur hervorgehen aus der richti-

gen, aber so oft hintangesetzten, Erkenntniß, daß sich die Wissenschaft als Ganzes allein durch ein gleichmäßiges Fortbilden aller einzelnen, auch der kleinsten ihrer Theile mit Sicherheit entwickeln kann; daß jede einzelne Thatsache in der Chemie, ist sie anders nur mit Zuverlässigkeit constatirt, auch für die Theorie von Wichtigkeit ist, und daß, wenn sich auch zunächst an sie keine theoretische Forschung anlehnt, sie ein solches Interesse noch gewinnen muß, weil keine Thatsache außer dem mannichfachsten Verband mit theoretischen Fragen stehen kann; daß endlich die Auffindung und genaue Ermittlung der Thatsachen der Entwicklung jeder Theorie vorhergehen muß, und ein solches Vorarbeiten nützlicher ist, als die Aufstellung von theoretischen Ansichten über Gegenstände, welche eine verschiedenartige Deutung zulassen, ohne daß Eine Ansicht jetzt noch bestimmt als die wahrscheinlichere erkannt werden könnte. So hat denn auch die spätere Zeit öfters Discussionen über theoretische Fragen gebracht, zu deren Entscheidung Berzelius durch eigene frühere Arbeiten beitrug, welche jetzt an entscheidender Kraft gewannen, da die Thatsachen unabhängig von jeder vorgefaßten Meinung festgestellt worden waren. — Mit diesem unverbrüchlichen Festhalten an der Erfahrung suchte Berzelius stets noch geltend zu machen, daß einer theoretischen Ansicht, die einmal in die Wissenschaft aufgenommen ist, so lange getreu zu bleiben sei — wenn sich auch eine andere, gleich wahrscheinliche, dafür aufstellen ließe —, bis für diese letztere überwiegende Gründe geltend gemacht werden können. In der theoretischen Chemie Consequenz und Einheit der Ansichten als die nothwendigste Bedingung sicherer Fortbildung, des Verständnisses und der Verbreitung der Wissenschaft erkennend, widerstand Berzelius vielen Neuerungen, welche, wenn auch von ihm als scharfsinnig anerkannt, ihm doch nicht mehr Wahrscheinlichkeit, als die älteren Ansichten, zu bieten und zudem diese letzteren nicht ganz ersetzen zu können schienen; und für besser hielt er es alsdann, der ältern Ansicht ganz getreu zu bleiben, als diese in einigen Fällen beizubehalten, und in anderen, mit diesen als analog anerkannten, eine neue Vorstellungsweise anzunehmen. Es liegt hierin das Widerstreben gegen einzelne neuere Theorien begründet, welches ihm hin und wieder zum Vorwurf gemacht worden ist; wie er denn z. B. als letzter Vertheidiger der Ansicht, daß alle Säuren dem Sauerstoff die saure Eigenschaft verdanken, der Davy'schen Ansicht über die Chlorverbindungen erst 1820 beitrat, und mit gleicher Consequenz andere bestritt, welche bei vielen Chemikern Annahme fanden. Allein es ging hieraus für unsere Wissenschaft der Vortheil hervor,

Berzelius. Allgemeiner Charakter.

Berzelius. Allgemeiner Charakter.

daß keine theoretische Meinung leichtsinnig in die Wissenschaft eingeführt werden konnte, es wurde die Verwirrung abgewendet, welche unfehlbar hätte eintreten müssen, wenn sich nicht den mannichfaltigen Ansichten, zu welchen die zahlreichen Entdeckungen der neuesten Zeit Anlaß bieten konnten, eine bedeutende Autorität entgegengestellt hätte, die mehr, als die bloße Möglichkeit des Statthabens, für die Annahme einer jeden zur Bedingung gemacht hätte. Und wohl kann man, ohne das Verdienstliche des Bestrebens, neue Ansichten in der Wissenschaft geltend zu machen, zu schmälern, doch in Bezug auf diejenigen, welchen Berzelius seine Autorität entgegengesetzt hat, behaupten, daß er dadurch zur Sicherstellung dieser Theorien, durch das Verlangen nach überzeugenderen Versuchen, der Wissenschaft mehr genützt hat, als Viele, welche von vornherein den neuen Ansichten, zum Theil, weil sie neu waren, beitraten, und allerdings sich später rühmen konnten, daß ihre Ansicht zur herrschenden geworden war.

Chemische Leistungen.

Um über Berzelius' Arbeiten eine vollständigere Uebersicht zu geben, müßte man das ganze Gebiet der Chemie durchgehen; es giebt keine einzelne Lehre in dieser Wissenschaft, zu deren Ausbildung er nicht beigetragen hat; es giebt keinen einfachen Körper, für dessen Verbindungen nicht besonders durch Berzelius bessere Erkenntniß erlangt worden ist. Nur wenige Untersuchungen von ihm können hier berührt werden, nicht um seine Verdienste vollständig zu schildern, sondern nur um den weit eingreifenden Einfluß anzudeuten, den er auf unsere gesammte Wissenschaft ausgeübt hat.

Als das vorzüglichste Bestreben, welchem sich fast alle Arbeiten von Berzelius unterordnen lassen, kann man im Allgemeinen das nach der Erkenntniß der Zusammensetzung bezeichnen, und durch empirische wie durch speculative Forschungen hat er gleichmäßig dafür gewirkt. Seine empirischen Bestimmungen haben besonders auf die Gestaltung der heutigen Chemie influirt, und seine Verdienste um die Ausbildung der analytischen Chemie nehmen zuerst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Arbeiten in der analytischen Chemie.

Für eine große Menge von Fällen, wo mehrere Körper von einander zu trennen sind, hat Berzelius die besten Scheidungsmethoden angegeben, und kein Chemiker wohl hat für eine größere Anzahl von natürlich vorkommenden und künstlich dargestellten Verbindungen die quantitative Zusammensetzung ermittelt, als er. Unter den Methoden, welche für die Ana-

lyse der unorganischen Verbindungen besonders wichtig waren, erinnere ich hier nur z. B. an die Anwendung der Flußsäure zur Mineralanalyse (1823), wenn ein Alkaligehalt zu bestimmen ist, an die Anwendung des Chlors, um Metalle, welche flüchtige Chloride bilden, von den anderen zu trennen, u. s. w. Für viele der schwierigsten Zerlegungen gab er ausgezeichnete Vorbilder; die Analyse der böhmischen und anderer Mineralwasser (1822), der Platinerze (1828) und viele andere stehen unübertroffen an Genauigkeit da; andere ähnliche größere Arbeiten werden noch im Verlaufe dieser Zusammenstellung erwähnt werden; sie alle anzuführen, erlauben die unserer Berichterstattung gesteckten Grenzen nicht. Wie er aber in quantitative Bestimmungen die möglichste Schärfe zu bringen wußte, so suchte er andererseits die qualitative Analyse möglichst zu erleichtern; seine Anleitung zu Löthrohruntersuchungen führte die Benutzung dieses Hülfsmittels erst recht in die Wissenschaft ein, und trug bei der Leichtigkeit der Anwendung desselben viel dazu bei, in anderen Wissenschaften, z. B. in der Mineralogie, die chemische Untersuchungsweise einheimischer zu machen. Berzelius. Arbeiten in der analytischen Chemie.

Bei der Genauigkeit seiner Analysen entgingen Berzelius die Anzeigen nicht, welche auf das Vorhandensein eigenthümlicher Körper schließen lassen; die Entdeckung mehrerer eigenthümlicher Stoffe verdanken wir ihm, so die der Ceriumoxyde, welche er mit Hisinger gemeinschaftlich, und gleichzeitig mit Klaproth, 1803 auffand und als die Sauerstoffverbindungen eines neuen Metalls erkannte; so, mit demselben Theilnehmer seiner Arbeiten, und gleichzeitig mit Seebeck, die Entdeckung (1808), daß aus Ammoniakverbindungen ein metallähnlicher Körper in seiner Amalgamation mit Quecksilber erlangt werden kann; so das Selen 1818, und die Thorerde 1828. Berzelius begnügte sich nicht damit, das Vorhandensein dieser eigenthümlichen Substanzen nachzuweisen; auf das genaueste und vollständigste untersuchte er alle ihre chemischen Verhältnisse; die Angabe jeder solchen Entdeckung war auch bei ihm zugleich die Mittheilung der vollständigen chemischen Kenntniß des betreffenden Körpers und aller seiner wichtigen Verbindungen. Eine große Anzahl früher nicht gekannter zusammengesetzter Stoffe, worin als Bestandtheile die von ihm neu entdeckten oder auch schon länger untersuchten Substanzen befindlich sind, wurde durch ihn entdeckt; viele Körper, deren Existenz zwar schon erwiesen war, aber welche bisher noch nicht isolirt erhalten worden waren, stellte er zuerst dar, so z. B. das Silicium (1823), das Zirkonium (1824), das reine Tantal (in dem- Entdeckung neuer Elemente.

Berzelius.

selben Jahre) u. a. Aber die Aufzählung aller dieser Leistungen würde hier zu weit führen.

Arbeiten über die Theorie der chemischen Verbindungen. Atomistische Theorie.

Abgesehen von der Entdeckung mancher vor ihm noch nicht gekannter Stoffe wurde Berzelius durch seine genauen analytischen Arbeiten noch zu anderen Resultaten geleitet, welche uns hier zu der Besprechung seines Antheils an der Entwicklung der heutigen chemischen Theorie Anlaß geben. Es war dies zunächst die weitere Begründung der atomistischen Theorie, welche stets als eins der hauptsächlichsten Verdienste von Berzelius angesehen werden wird. Den Anlaß bot ihm schon 1807, noch ehe Dalton's Ansichten allgemeiner bekannt geworden waren, das Studium der fast vergessenen Werke von Richter, worin die Gesetzmäßigkeit der Verbindungsverhältnisse zwischen Säuren und Basen nach Aequivalentgewichten dargethan ist; sein scharfes Urtheil erkannte sogleich den Werth dieser Betrachtungsweise, die Anwendung, welche man von gut ausgeführten Analysen weniger Salze auf die Bestimmung der Zusammensetzung einer großen Menge anderer machen kann. Er unternahm, zur Prüfung von Richter's Angaben, eine ausgedehnte Untersuchung der Salze, und als bald darauf Dalton's atomistische Theorie zu seiner Kenntniß kam, zeigten ihm die bereits erlangten Resultate die vollkommene Bestätigung derselben. Aber Berzelius begnügte sich nicht mit dem von Dalton aufgestellten theoretischen Satz, daß sich alle Körper im Verhältniß ihrer Atomgewichte oder nach einfachen Multiplen derselben vereinigen; er suchte ihn durch die mannichfaltigsten Experimentaluntersuchungen in möglichst vielen einzelnen Fällen direct nachzuweisen. Ihm verdankt man die genaue Beweisführung, daß das Verhältniß der Sauerstoffmengen in der Basis und in der Säure bei allen Salzen derselben Säure constant ist, daß das Gewichtsverhältniß zwischen Schwefel und Metall in einem Schwefelmetall ungeändert bleibt, wenn diese Verbindung zu schwefelsaurem Metalloxyd umgewandelt wird, und Untersuchungen aller der anderen einzelnen Thatsachen, welche als Consequenzen aus der atomistischen Theorie sich ergeben und durch deren directe Nachweisung diese Theorie erst den erforderlichen Grad der Evidenz erhalten hat.

Bestimmung der Atomgewichte.

Außerdem aber auch suchte Berzelius, und dies besonders hatte Dalton zu thun noch übrig gelassen, mit möglichster Genauigkeit zu ermitteln, welches die relativen Gewichtsverhältnisse sind, in denen sich die

verschiedenen Elemente zu Verbindungen vereinigen. Mit seltenem Scharfsinn wußte er diejenigen Verbindungen auszuwählen, welche sich am besten zur Bestimmung der Atomgewichte ihrer Bestandtheile eignen, mit einer früher nicht gekannten Präcision die quantitative Analyse auszuführen; er beschränkte sich nicht darauf, nur für wenige Stoffe diese Größe zu ermitteln, sondern bei weitem die meisten Elemente wurden in dieser Beziehung von ihm untersucht, und die noch meist angewandten Atomzahlen der verschiedenen Substanzen sind fast alle durch ihn bestimmt. Die Mehrzahl dieser Bestimmungen fällt in eine ziemlich frühe Zeit; die Experimente, worauf sie sich gründen, sind größtentheils vor mehr als zwanzig Jahren angestellt. Seit dieser Zeit hat die Wissenschaft Fortschritte gemacht, und nicht leicht hat hierzu ein Chemiker mehr beigetragen, als Berzelius; mit dem Fortschreiten der Wissenschaft bildete sich auch die Experimentirkunst weiter aus; was vor zwanzig Jahren als möglichst genau galt, ist jetzt in einigen Fällen als etwas von der Wahrheit abweichend befunden worden. Die Autorität von Berzelius' Bestimmungen, eine auf Genauigkeit und die offenste Mittheilung gegründete, hat lange dieselbe als unübertrefflich ansehen lassen; als eine Revision einzelner dieser Bestimmungen vorgenommen wurde, wunderten sich Einige, daß die Abweichungen zwischen den früheren Angaben und den Resultaten der neuern Experimentirkunst nicht schon früher bemerkt und verbessert wurden. Allein diese Abweichungen, obgleich ihre Berichtigung wichtig und wünschenswerth ist, ändern in Nichts die allgemeinen Folgerungen über die atomistische Constitution der Verbindungen; um diese abzuleiten, genügten Berzelius' Bestimmungen vollkommen. Und um sein Verdienst um die genauere Auffindung der Atomgewichte zu würdigen, darf man keineswegs seine Angaben nur mit den jetzt gefundenen vergleichen, sondern man muß zugleich sie auch den vor ihm aufgestellten gegenüberhalten. Die Uebersicht der Atomgewichtstafeln im II. Theile läßt urtheilen, wie groß die Verbesserungen waren, welche Berzelius den Bestimmungen dieser Art, im Vergleich mit denen, die ganz kurz vor ihm aus den besten Analysen Anderer abgeleitet waren, mitgetheilt hat, — wie klein verhältnißmäßig die Berichtigungen sind, welche unsere Zeit hinzufügen kann.

Berzelius. Bestimmung der Atomgewichte.

Nicht allein durch diese Arbeiten trug Berzelius zur evidenten Beweisführung und Ausbildung der atomistischen Theorie bei, sondern auch, was die weitere Anwendung derselben auf einzelne Zweige der Chemie, wo

Anwendung der atomistischen Theorie.

Berzelius. Anwendung der atomistischen Theorie.

sie bisher noch keine Berücksichtigung gefunden hatte, angeht, steht er als ihr hauptsächlichster Beförderer da. Als besonders für die Gestaltung der Chemie wichtig hebe ich in dieser Beziehung seine Verdienste um die organische und die mineralogische Chemie hervor.

Auf die organischen Verbindungen.

Daß die organischen Verbindungen nach Atomgewichtsverhältnissen der Elementarbestandtheile zusammengesetzt sind, nachgewiesen und durch eine Reihe genauer Analysen die Atomconstitution für mehrere der wichtigsten organischen Substanzen genau ausgemittelt zu haben — darin besteht vorzüglich der Einfluß, welchen Berzelius auf diesen Zweig unserer Wissenschaft ausgeübt hat. Aus ungenügenden Analysen waren schon vor ihm Schlüsse auf die atomistische Zusammensetzung organischer Bestandtheile gezogen worden, auf genauere Zerlegungen aber hatte eine solche Berechnungsmethode noch keine Anwendung gefunden; er war es, der die in den Zusammensetzungsverhältnissen der unorganischen Körper gefundene Gesetzmäßigkeit auch für die organischen nachwies, und die erste sichere Grundlage unserer heutigen Ansichten in dieser Beziehung aufstellte. Von 1814 an wandte er die Lehre von den bestimmten Proportionen auf die organischen Verbindungen an, analysirte dieselben genau und fand nun jene Gesetzmäßigkeiten auch hier gültig. Er zuerst lehrte als den einzig sichern Weg, sich über die atomistische Constitution solcher Körper zu belehren, denjenigen kennen, Verbindungen derselben mit unorganischen Stoffen von bekanntem Atomgewicht zu analysiren, auf diese Art ihr Atomgewicht zu bestimmen und sich eine Controle für die Richtigkeit der Elementaranalyse zu verschaffen. Den größten Antheil hat er an der Betrachtungsweise, daß die Verbindungsverhältnisse der organischen Substanzen denen der unorganischen analog seien, und daß die Theorien über die ersteren von der Vergleichung mit den letzteren ausgehen müssen; und an der Erkenntniß der rationellen Constitution, welche später so viel Licht in das Studium dieser Klasse von Körpern gebracht hat. — Zu diesen Verdiensten kommt noch das (wir werden die weitere Entwicklung seiner Bemühungen in dem Folgenden noch weiter besprechen), die Methode der Analyse für die organischen Verbindungen wesentlich verbessert zu haben, und selbst, namentlich für die wichtigsten Säuren, Zerlegungen ausgeführt zu haben, deren Genauigkeit sich stets bestätigt hat.

Ich halte es für unnöthig, hier schon über die übrigen Arbeiten Berzelius' in der organischen Chemie zu berichten, da die specielle Geschichte dieses

Theils der Scheidekunst besser Gelegenheit dazu bieten wird. Um die Chemie der thierischen wie um die der Pflanzenstoffe hat er sich indeß gleiche Verdienste erworben; mit der erstern beschäftigte er sich schon von 1806 an; seine Untersuchungen über Blut, Galle und andere Theile des Organismus, in dessen Säften er vorzüglich das Verbreitetsein der Milchsäure nachwies, haben zu der Ausbildung der Zoochemie wesentlich beigetragen und auch für solche Forschungen genauere Vorbilder abgegeben. Berzelius.

Anwendung der atomistischen Theorie auf die Mineralogie.

Eine andere Anwendung der Lehre von den bestimmten Proportionen durch Berzelius ordnete derselben noch ein Feld unter, dessen Ausdehnung schnell die atomistische Theorie mit einer Menge von Beispielen und Belegen bereicherte. Es war dies die Beweisführung, daß die Kieselerde als Säure zu betrachten ist, daß die kieselhaltigen Mineralien als salzartige Verbindungen betrachtet werden können, und in ihrer Zusammensetzung den Gesetzmäßigkeiten, welche für die letztere Klasse von Körpern nachgewiesen war, unterliegen; daß alle Mineraliën, gleich den anderen, künstlich dargestellten, chemischen Verbindungen, nach Atomgewichtsverhältnissen der Bestandtheile zusammengesetzt sind. Auch diese Entdeckung, und damit verbunden die Aufstellung einer mineralogischen Klassification aus dem rein chemischen Gesichtspunkte, fällt in das Jahr 1814; was das Klassificationssystem angeht, so hat Berzelius selbst, durch spätere Entdeckungen veranlaßt, Abänderungen daran vorgenommen, worauf ich in der Geschichte der mineralogischen Chemie zurückkommen werde. Neben der Begründung jener Gesetzmäßigkeit hinsichtlich der Zusammensetzung der Mineralien und der Durchführung eines bestimmten Princips der Systematisirung hat aber auch Berzelius die Mineralogie mit einer ungemeinen Anzahl von Analysen einzelner Fossile bereichert, und so für seine theoretische Ansicht selbst die zahlreichsten und genauesten Belege geliefert.

Das Vorhergehende läßt schon ermessen, welche neue Gesichtspunkte durch die Arbeiten dieses Gelehrten unsere Wissenschaft gewonnen hat, wie sie in ihren Einzelnheiten von ihm ausgebildet wurde, und welche Fortschritte die ganze chemische Theorie dadurch machen mußte. Um seinen Einfluß auf die letztere ganz zu ermessen, dürfen wir die Betrachtung nicht auf seinen Antheil an der Lehre von den bestimmten Proportionen beschränken; noch andere hierher gehörige Untersuchungen sind hervorzuheben.

Berzelius. Elektrochemische Theorie.

In erster Reihe ist hier seiner Bestrebungen zu erwähnen, ein elektrochemisches System zur Auffassung der entfernteren Ursachen der Verwandtschaftserscheinungen durchzuführen. Auch hierauf kann ich erst bei der Geschichte der Verwandtschaft im II. Theil näher eingehen. Schon 1803, ganz im Anfange der elektrochemischen Untersuchungen, wandte er diesen in Gemeinschaft mit Hisinger seine Aufmerksamkeit zu; ihre Arbeit über die Zersetzung der Salze durch die galvanische Säule lehrte zuerst den elektrischen Gegensatz zwischen Säuren und Basen kennen. Später entwickelte Berzelius, auf seine eigenen Erfahrungen und auf die anderer Naturforscher gestützt, seine elektrochemische Theorie in größerer Vollständigkeit. Durch die Annahme von elektrischer Polarität in den Atomen eines jeden Stoffs, wo die beiden Pole entgegengesetzte Elektricität besitzen und wo je nach der chemischen Beschaffenheit die eine oder die andere Elektricität vorwaltet, durch die Vorstellung, daß elektrische Verbindung auf einer Ausgleichung der vorherrschenden Elektricitäten beruht: ist seine Theorie fähig, mit Consequenz die erfahrungsmäßigen Vorgänge, welche durch die Verwandtschaft veranlaßt werden, und die begleitenden Umstände zu erklären. — In Verbindung damit stehen die lichtvollen Erläuterungen, welche er über die Verbrennungserscheinungen gegeben hat; es reihen sich hieran seine Verdienste um die chemische Klassification, Nomenclatur und um die Einführung der chemischen Zeichen, durch welche die Bequemlichkeit des Ausdrucks, die Deutlichkeit der Darstellung und die Leichtigkeit des Verständnisses soviel gewonnen haben.

Andere Arbeiten für die Theorie der Chemie.

Noch andere Theile der chemischen Theorie verdanken Berzelius besonders ihre Ausbildung: so die Lehre von den salzartigen Verbindungen, zu welchen er zuerst diejenigen hinzufügte, welche, entsprechenden Sauerstoffverbindungen analog, statt des Sauerstoffs Schwefel enthalten. Eins der wichtigsten Momente in der Lehre von den chemischen Verbindungen bildete diese Arbeit (1826 und 1827), wo er nachwies, das Schwefel sich mit säurungsfähigen Radicalen und mit den Grundlagen der Alkalien zu Körpern vereinigt, welche gegen einander sich wie Säuren zu Basen verhalten und in ihrer weitern Verbindung salzartige Substanzen herstellen. Eine der ausgezeichnetsten Leistungen der neuern Chemie, legt sie, neben den anderen größeren Arbeiten des schwedischen Chemikers, wie gerade die schon erwähnten über die organischen Säuren (1814), über das Selen (1818), über die Verbindungen des Schwefels mit Alkalien (1821), über die Fluorverbin-

dungen (1824), über das Platin und die es begleitenden Metalle (1828), über das Tellur und seine Verbindungen (1831 bis 1833), über die Meteorsteine (1834) und viele andere, — das sprechendste Zeugniß von der Geschicklichkeit und dem Genie desselben ab.

Berzelius. Andere Arbeiten für die Theorie der Chemie.

Für die chemische Theorie im Allgemeinen nützte Berzelius ferner wesentlich noch durch die Zusammenfassung von Thatsachen, welche zum Theil von einzelnen anderen Chemikern entdeckt worden waren, und durch die Einführung der resultirenden Wahrheiten in das Lehtgebäude unserer Wissenschaft. So hat er den größten Antheil daran, daß die theoretische Chemie mit der Lehre von der Isomerie, Polymerie und Metamerie bereichert worden ist; er vorzüglich suchte die Nothwendigkeit darzuthun, daß eine Klasse von Verwandtschaftserscheinungen als Wirkungen der katalytischen Kraft zu unterscheiden sei, wobei die bloße Gegenwart eines Körpers Verbindungs- oder Zersetzungsvorgänge bei anderen Stoffen hervorrufe, ohne daß der erstere Körper selbst an der Zersetzung oder Verbindung Theil nimmt; er dehnte die Betrachtungsweise, wie gasförmige organische Substanzen dem Volum nach zusammengesetzt sind, darauf aus, in welchen Raumverhältnissen sich in ihnen die näheren Bestandtheile vereinigt finden, während man vorher fast immer nur das Volum der darin enthaltenen Elemente mit dem Volum der Verbindung selbst verglich; und stets noch fährt er fort, in seinen Jahresberichten und den neuen Ausgaben seiner anderen Werke aus den Beobachtungen Anderer für die Theorie die Resultate hervorzuheben, welche ihm durch dieselben angezeigt erscheinen. Die zuverlässigere Constatirung der Thatsachen förderte er außerdem noch durch zahlreiche Controlarbeiten für die Angaben anderer Chemiker.

Gemeinschaftliche Arbeiten mit anderen Chemikern.

Diese kurze und nothwendig unvollständige Uebersicht genügt, Berzelius' Antheil an der Ausbildung des heutigen Zustands unsrer Wissenschaft würdigen zu lassen. Fast alle angezeigten Arbeiten führte er allein aus, so groß auch die Anzahl der von ihm ausgegangenen Untersuchungen ist. Einige nur stellte er in Gemeinschaft mit anderen Chemikern an, und ausgezeichnete Forscher vereinigten sich hier mit ihm; so z. B. Hisinger zu der Untersuchung der chemischen Wirkungen des Galvanismus (1803), des Cers (1803), des Ammoniumamalgams (1808), Marcet zu der Untersuchung des Schwefelkohlenstoffs (1813), Dulong zu der Untersuchung der quantitativen Zusammensetzung des Wassers (1820) u. A. Großen Antheil

Berzelius. Gemeinschaftliche Arbeiten mit anderen Chemikern.

hat er auch an den Leistungen anderer Chemiker, welche unter seiner Anleitung arbeiteten; dahin gehören die Bestimmungen der Atomgewichte für mehrere Substanzen, mit welchen verschiedene schwedische Chemiker sich 1816 bis 1818 in Berzelius' Laboratorium beschäftigten, die Entdeckung des Lithions, welche Arfvedson ebendaselbst (1817) machte, u. v. a.

Schriften.

Berzelius hat seine zahlreichen literarischen Leistungen theils als einzelne Abhandlungen in den wissenschaftlichen Zeitschriften verschiedener Länder niedergelegt, theils in selbstständigen Werken herausgegeben. Er selbst redigirte von 1806 bis 1810 ein schwedisches Journal für Aerzte und Wundärzte. Seine Aufsätze finden sich vorzugsweise in Gehlen's (1803 begonnenem) neuem allgemeinen Journal für Chemie, und in dem (das vorige unter demselben Herausgeber von 1806 an fortsetzenden) Journal für die Physik und Chemie; dann in Schweigger's (sich an das vorhergehende von 1811 an anschließendem) Journal für Chemie und Physik, in Gilbert's (1799 begonnenen) Annalen der Physik und Poggendorff's (die vorigen seit 1824 fortsezenden) Annalen der Physik und Chemie, (mineralogische auch in Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie); in den Annales de Chimie und den Annales de Chimie et de Physique; in Thomson's Annals of Philosophy u. a. Viele von diesen Abhandlungen sind Uebersetzungen aus einem länger fortgesetzten Werke: Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi (1806 bis 1818, 6 Bde.), welches er zuerst mit Hisinger, später in Gemeinschaft mit mehreren schwedischen Gelehrten herausgab; und aus den Denkschriften der Stockholmer Akademie, welche vorzüglich von 1818 an die meisten seiner Arbeiten enthalten. Einzelnes davon erschien auch in selbstständigen Uebersetzungen, so in Frankreich sein Nouveau Système de Mineralogie (1819). — Von anderen Werken sind zu nennen (außer einigen kleineren Schriften, wie seine Abhandlung vom Galvanismus [1802], seine Nachrichten über künstliche Mineralwasser [1803] u. a.) aus früherer Zeit, wo Berzelius sich besonders mit zoochemischen Untersuchungen beschäftigte, seine Föreläsningar i Djur Kemien (2 Bde., 1806 bis 1808); mit Zusätzen bereichert erschien später (1815) in deutscher Uebersetzung (durch Schweigger-Seidel): »Ueberblick über die Zusammensetzung der thierischen Flüssigkeiten« und (durch Sigwart) »Uebersicht der Fortschritte und des gegenwärtigen Zustandes der thierischen Chemie«. — Berzelius' Lärbok i Kemien (dessen Erscheinen

1808 begann) hat sich in mehreren Auflagen und Uebersetzungen über ganz Europa verbreitet, und diese Uebertragungen sind durch eigene Zusätze von ihm bereichert worden; in Deutschland erschien aus der zweiten Auflage (von 1817 bis 1819) besonders übersetzt: „Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen“ (1820), welcher Abschnitt von Berzelius auch im Französischen als Essai sur la théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'Electricité publicirt worden ist; von dem vollständigen Lehrbuch wurde durch Wöhler eine Uebersetzung in schnell wiederholten Auflagen besorgt (1825 bis 1831, 4 Bde.; 1833 bis 1841, 10 Bde., eine neue Ausgabe ist begonnen). — Ueber die chemische Prüfung mittelst des Löthrohrs schrieb Berzelius: Afhandling om Blasrorets användande i Chemien (zuerst 1820), welche durch H. Rose's Uebersetzung in wiederholten Ausgaben (1821, 1828, 1837) in Deutschland bekannt wurde und gleichfalls in das Englische und Französische übertragen ist. Von 1821 an erstattete Berzelius der Stockholmer Akademie regelmäßig den Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften, ein periodisches Werk, welches mit größter Vollständigkeit besonders alles seit 1820 in der Chemie Geleistete übersichtlich zusammenstellt. Eine deutsche Uebersetzung erschien fortwährend; die ersten drei Jahrgänge durch die Besorgung C. G. Gmelin's, die folgenden durch die Wöhler's; nach dieser deutschen Uebersetzung wurde auch 1837 eine französische versucht; aus dem Original übertragen, erscheint eine solche, von Plantamour besorgt, in Frankreich erst seit einigen Jahren (zuerst für die Arbeiten des Jahres 1839). Berzelius' Schriften.

Schon so nahe sind wir mit der Betrachtung von Berzelius' Leistungen der Jetztzeit gekommen, daß die Schilderung des seitdem noch von Anderen Gearbeiteten bei weitem weniger ausführlicher zu sein braucht, als bisher. Was wir bis hierher als vorzüglich auf die Chemie einwirkend kennen lernten, schließt die wichtigsten Momente ein, auf welchen die Gestaltung des heutigen Zustandes unserer Wissenschaft beruht. Wenn aber auch der Totalcharakter der Chemie, wie wir ihn noch für heute anerkennen müssen, durch die Arbeiten der vorhergehenden Chemiker als im Allgemeinen getreu ausgesprochen anzunehmen ist, haben doch seitdem noch Fortschritte in einzelnen Theilen unserer Wissenschaft von solcher Wichtigkeit stattgefunden, daß diese hier nicht unerwähnt bleiben dürfen. Faraday's Arbeiten, besonders in Beziehung zu den elektrochemischen Lehren, Mitscherlich's Weitere Ausbildung der verschiedenen Richtungen.

Weitere Ausbildung der verschiedenen Richtungen.

Entdeckung des Isomorphismus, Liebig's, Wöhler's und Dumas' Untersuchungen im Felde der organischen Chemie sind die hervorragenderen Fortschritte der letzten Jahrzehende, sind diejenigen Leistungen, welche den allgemeinsten Einfluß ausübten, und von welchen jede eine Menge anderer Arbeiten, man kann sagen eine besondere Klasse chemischer Untersuchungen, hervorrief; sind diejenigen endlich, welche uns am geeignetsten die verschiedenartigen neuen Richtungen repräsentiren, welchen in der letztern Zeit die Chemiker, mit Beibehaltung der älteren, gefolgt sind.

Ausbildung der elektrochemischen Richtung. Faraday.

Wir betrachten zuerst Faraday's Einfluß auf die Chemie: es knüpft sich dieser an die Untersuchungsweise, welche, von Davy begründet, Gay-Lussac's und Thénard's gemeinschaftliche Forschungen leitete, welche Berzelius schon früh beschäftigte und in seiner umfassenden elektrochemischen Theorie für unsere Wissenschaft von so großer Bedeutung geworden ist. Das Studium des Elektrochemismus ist es, durch welches Faraday's Arbeiten mit denen der vorhergehenden Chemiker in dem unmittelbarsten Zusammenhange stehen, und das uns die Betrachtung seiner Entdeckungen an dieser Stelle einschalten läßt.

Leben.

Michael Faraday ist 1791 zu London geboren. Sein Vater, ein dürftiger Grobschmidt, konnte ihm keine gelehrte Erziehung zu Theil werden lassen. Schon in seinem neunten Jahre wurde Faraday zu einem Buchbinder in die Lehre gethan; vier Jahre später fand er in einem Buchladen Beschäftigung, uud hier war es, wo durch die vorhandene Gelegenheit, wissenschaftliche Bücher zu benutzen, sein Geist gebildet, seine Talente geweckt wurden. Der Eifer, womit er besonders naturwissenschaftliche Werke bei seinen gewöhnlichen Arbeiten studirte, erwarb ihm 1811 die Aufmerksamkeit eines Herrn Magrath, Mitglieds der Royal Institution, welcher ihm Zutritt zu den Vorlesungen verschaffte, die damals von H. Davy an dieser Anstalt gehalten wurden. Faraday besuchte diese Vorträge, und die wissenschaftliche Richtung, die auch bisher in ihm sich nicht hatte unterdrücken lassen, fand dadurch bestimmte Anregung; dringender wurde in ihm jetzt der Wunsch rege, sich dem Studium der Naturwissenschaften ganz widmen zu können. Zu der Chemie fühlte er sich durch Davy's Vorlesungen zunächst hingezogen; er besuchte diese mit dem größten Eifer, suchte das Wichtigere zu notiren, und arbeitete dieses dann zu einer zusammenhängenden Darstellung aus. Diese Beschäftigungen fesselten ihn so sehr, daß er zuletzt

(im Herbst 1812), entschlossen, um jeden Preis die gewerbtreibende Lebensweise aufzugeben und der Naturforschung zu leben, geradezu sich an Davy wandte, ihm seine Lage mittheilte, zur Beurtheilung seiner Fähigkeiten die Ausarbeitung der gehörten Vorlesungen vorlegte, und um Unterstützung in der Ausführung seines Entschlusses bat. Dieses Ansuchen hatte den günstigsten Erfolg; schon im Frühjahr 1813 wurde Faraday von Davy als sein Assistent im Laboratorium der Royal Institution beschäftigt, und kam so zuerst mit einer Lehranstalt in Verbindung, deren Zierde er noch immer ist. Unter Davy's unmittelbarer Leitung wurde er bald mit der Chemie vertraut; im Herbst 1813 begleitete er seinen Gönner, als dieser eine Reise nach dem Continent antrat; er kehrte 1815 nach England zurück. Seine chemischen Arbeiten machten ihn jetzt schnell bekannt; 1824 wurde er zum Mitglied der Royal Society erwählt, 1828, als an der Royal Institution die besondere Stelle eines Directors des chemischen Laboratoriums geschaffen wurde, erhielt er sie. Die Universität zu Oxford drückte ihm 1832 ihre Anerkennung seiner großen Verdienste durch Ernennung zum Doctor der Rechte aus. Bald darauf, 1833, als ein Herr Fuller einen besondern Lehrstuhl der Chemie an der Royal Institution fundirte, welcher später in dreijährigen Zwischenräumen immer wieder neu besetzt werden soll, wurde Faraday von dem Stifter zum ersten Inhaber dieser Stelle, und zwar ausnahmsweise auf Lebenszeit, ernannt, mit der besondern Vergünstigung, daß er zum Halten von Vorlesungen nicht verpflichtet sein solle. Faraday bekleidet außerdem die Professur der Chemie an der Militärschule zu Woolwich; noch mit anderen Anstalten und Corporationen steht er als Chemiker in amtlichen Beziehungen; von dem Gouvernement wurde ihm als Anerkennung seiner Entdeckungen und als Hülfsmittel zu seinen Untersuchungen eine Pension überwiesen.

Faraday. Leben.

Faraday's Ruhm, sein Einfluß auf unsere Wissenschaft, beruht auf Arbeiten sehr verschiedener Art. Bald physikalisch-chemischen Forschungen sich hingebend, und mit seltener Ausdauer in einer längern Reihe von Jahren die wichtigsten Resultate daraus ableitend, bald, namentlich in früherer Zeit, rein chemische Gegenstände seiner Untersuchung unterwerfend, hat er in beiden Richtungen die glänzendsten Entdeckungen an's Licht gebracht. Seine physikalisch-chemischen Leistungen, die auf Elektrochemismus namentlich bezüglichen, nehmen hier zuerst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Faraday. Elektromagnetische Arbeiten.

Weniger in das Bereich unserer Darstellung gehörig sind seine Entdeckungen für die Elektricitätslehre, in den Beziehungen, wo eine chemische Wirkung dieser Kraft sich nicht zeigt; ich erwähne nur kurz der wichtigsten. Er zuerst erkannte, 1821, den wichtigsten Grundsatz des Elektromagnetismus in seiner eigentlichen Bedeutung, daß nämlich der Schließungsdraht eines Elektromotors den frei schwebenden Pol eines Magnets in der Weise sollicitirt, daß dieser sich in einer kreisförmigen Richtung um jenen zu bewegen strebt. Ihm verdankt man die Entdeckung (1831) der elektrischen Inductionsströme: daß in einem Metalldrahte, welcher einem den galvanischen Apparat schließenden Drahte genähert ist, im Moment, wo die Schließung hergestellt oder aufgehoben wird, gleichfalls ein elektrischer Strom entsteht, dessen Richtung aber die entgegengesetzte ist von derjenigen, welche in dem ursprünglich die Elektricitäten vereinigenden Drahte statthat; daß Veränderung der Entfernung zwischen beiden Drähten denselben Effect hervorbringt; daß endlich, an der Stelle des Schließungsdrahtes, ein Magnet dieselbe Wirkung zeigt, und daß diese Erregung von Inductionselektricität durch einen Magneten sich so sehr steigern läßt, um elektrische Funken hervorbringen zu können. Mit der größten Klarheit ermittelte Faraday die complicirten Umstände, welche alle hier zur Sprache kommen, und wo geringe Abänderungen oft ein Umkehren der Erscheinungen bedingen; und er gelangte bald dahin (noch 1831), das Naturgesetz in seiner Allgemeinheit zu erkennen, aus welchem alle die zahllosen neuen und wunderbaren Thatsachen, welche ihm seine Versuche ergeben hatten, als einfache Folgerungen ungezwungen sich erklären ließen. Aber ein weiteres Eingehen auf diese Arbeiten würde uns zu sehr in die Geschichte der Physik, wohin jene ausschließlich gehören, abführen, und wir wenden uns daher gleich zu der Betrachtung von denjenigen Untersuchungen Faraday's in der Elektricitätslehre, welche in näherer Beziehung zu dem Gegenstande, der uns hier beschäftigt, stehen.

Elektrochemische Untersuchungen.

Bis zu 1831 und 1832 hatte sich Faraday hauptsächlich mit der Inductionselektricität, mit der Entwicklung von Elektricität durch Magnetismus, mit Untersuchungen über die Identität der galvanischen und der Reibungselektricität beschäftigt. Es gelang ihm, eine Quantitätsvergleichung für die Wirkung von Apparaten zur Hervorbringung dieser beiden Arten von Elektricität zu erlangen, wodurch erst das klarste Licht über die verschiedenen Wirkungen derselben verbreitet wurde. Er wandte sich nun zu

Faraday. Elektrochemische Untersuchungen.

dem Studium des chemischen Einflusses, welchen die elektrische Kraft ausübt. Er hatte schon 1832 erwiesen, daß die chemische Kraft, ebenso wie der Einfluß auf die Magnetnadel, nur von der absoluten Menge circulirender Elektricität, nicht aber von ihrer Spannung abhängt; er fügte 1833 noch hinzu eine Untersuchung über den Einfluß des Aggregatzustandes der Körper auf ihr Leitungsvermögen und auf ihre Zersetzbarkeit durch den elektrischen Strom. Er fand hier, daß Zersetzung nicht möglich ist ohne Leitung, wohl aber umgekehrt; er bestimmte für eine große Anzahl von chemischen Verbindungen, welche von ihnen im isolirten Zustande durch Elektricität zersetzbar sind, welche nicht. Noch 1833 ging er aber auf die Theorie der elektrochemischen Zersetzung selbst tiefer ein; er widerlegte die bis dahin meist angenommene Vorstellung, daß diese Zersetzung auf einer anziehenden Kraft der Pole des galvanischen Apparats beruhe, und daß die Intensität der Zersetzung in verschiedenen Abständen von den Polen verschieden sei; er zeigte im Gegentheil, daß alle Partikeln des zersetzbaren Körpers, welche zwischen den Polen sich befinden, zu der Endwirkung beitragen, daß die Zersetzungsproducte, in Folge der Richtung des circulirenden elektrischen Stroms, an den Polenden nur gewissermaßen ausgeworfen werden. In der weitern Fortsetzung (1834) dieser Untersuchungen ergaben sich ihm bald noch die wichtigsten Resultate; ich hebe hier besonders hervor seine Nachweisung, daß dieselbe Quantität circulirender Elektricität in hinlänglich gut leitenden Flüssigkeiten (unabhängig von der Spannung der Elektricität, von der Oberfläche, welche den galvanischen Apparat mit der Flüssigkeit verbindet, von dem größern oder geringern Leitungsvermögen der letztern) denselben chemischen Effect hervorbringt, dieselbe Quantität Wasser zersetzt; durch welche Entdeckung er einen Anhaltspunkt gewann, um die Quantität von circulirender Elektricität zu messen. Im Besitz eines solchen Meßwerkzeuges konnte nun Faraday genauer ermitteln das Verhältniß zwischen einer bestimmten Quantität zersetzender Elektricität und der dadurch zersetzten Menge einer Verbindung; er bestimmte, welche Gewichtsmengen von verschiedenen Verbindungen durch dieselbe Menge Elektricität zerlegt werden, und fand solche Gewichtsmengen, welche im Verhältniß der chemischen Aequivalentgewichte stehen. Diese wichtige Entdeckung schlang ein neues Band um das Studium der Elektricität und das der Affinitätserscheinungen, sie verallgemeinerte die Kenntnisse, welche in jedem dieser naturwissenschaftlichen Fächer bereits erlangt waren, indem sie die Resultate auch für das andere

Faraday. Elektrochemische Untersuchungen.

gleich wichtig machte; sie vollendete den Beweis für den engen Zusammenhang, in welchem die elektrischen und die Verwandtschaftserscheinungen stehen. Nachdem dieser Zusammenhang aus den qualitativen Erscheinungen gefolgert und wahrscheinlich gemacht worden war, trat auch hier wieder die quantitative Untersuchungsmethode weiter ausbildend auf, und vollendete den Beweis durch die Auffindung identischer Zahlenresultate mittelst der elektrochemischen und der rein chemischen Zerlegungsweise.

Es kann hier auf die weitere Verfolgung von Faraday's Untersuchungen nicht genauer eingegangen werden; die Gegenstände, welche sie behandeln, sind großentheils noch der Gegenwart zu sehr angehörig, noch nicht als entschieden genug zu betrachten, um hier schon geschichtlicher Würdigung unterworfen werden zu können. Dahin gehören seine Forschungen über die Abhängigkeit der elektrochemischen Zersetzbarkeit einer Verbindung von der Art ihrer Zusammensetzung (ob sie aus gleichviel Aequivalentgewichten der Bestandtheile, oder nicht, besteht), über die Ursache der Elektricitätserzeugung, ob durch Contact verschiedener Metalle oder ausschließlich durch chemische Action, u. s. w. — Wir verlassen daher die Betrachtung der elektrochemischen Untersuchungen, mit welchen wir in diesem letzten Zeitalter der Geschichte der Chemie so ausgezeichnete Kräfte beschäftigt sehen; die von Davy bereits aufgestellte Ansicht, daß Elektricität und chemische Action nur verschiedene Aeußerungen einer und derselben Kraft seien, wurde durch alle bis jetzt hinzugekommenen Arbeiten bestätigt, und Faraday selbst hat am meisten, durch Anwendung der quantitativen Untersuchungsmethode, diese Wahrheit zur Evidenz gebracht. Mit der bestimmten Erkenntniß dieses Satzes können wir die Berichterstattung über die elektrochemischen Untersuchungen hier schließen; gehen wir zu der Betrachtung anderer Richtungen über, welche die Chemiker gleichzeitig bearbeiteten, und besprechen nun zuerst noch, um über den Einfluß Faraday's eine vollständigere Uebersicht zu erhalten, die anderen Leistungen desselben, deren in dem Vorhergehenden noch nicht erwähnt werden konnte.

Rein chemische Untersuchungen.

Die Geschicklichkeit im Experimentiren, welche Faraday's elektrochemische Forschungen charakterisirt, zeichnet gleichermaßen alle seine rein chemischen Untersuchungen aus. Geistvolle Benutzung aller Hülfsmittel der Wissenschaft, scharfsinnige Construction von Apparaten und richtige Beurtheilung aller beobachteten Thatsachen lassen seine chemischen Arbeiten zu den wich-

Faraday. Rein chemische Untersuchungen.

tigeren unserer Zeit gehören. Es trugen diese nicht allein zu der verbesserten Kenntniß der einzelnen Substanzen bei, welche sie gerade behandelten, sondern viele davon wurden von dem allgemeinsten Interesse für die chemische Theorie und boten den nächsten Anstoß zu wichtigen Erweiterungen derselben. Ich hebe hier hervor seine Arbeit über die Liquefaction von Gasen (1823), welche man bis dahin als permanente betrachtet hatte; sie bildete einen schätzbaren Beitrag zu der Lehre von der Wärme und gab die richtige Belehrung über den bis dahin gemachten Unterschied zwischen Gasen und Dämpfen. Vorzüglich wichtig für die Chemie wurde Faraday's Arbeit (1825) über die Verbindungen zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff, welche sich aus dem, durch Zersetzung von fettem Oel bereiteten, Gas der Erleuchtungsanstalten bei Compression desselben abscheiden. Seine Untersuchungen hoben zuerst den merkwürdigen Umstand bestimmter hervor, daß zwei, ihren Eigenschaften nach, verschiedene Substanzen vollkommen gleiche procentische Zusammensetzung und gleiches Verhältniß der Atomanzahl der Bestandtheile haben können, mit dem einzigen Unterschied, daß die absolute Anzahl der in je einem Atom der Verbindungen enthaltenen Atome der Bestandtheile verschieden ist; sie boten einen der ersten Anhaltspunkte für die Lehre von der Isomerie und der Polymerie.

Andere wichtige Arbeiten stellte Faraday noch an 1818 über die Verbindung des Ammoniaks mit Chlormetallen, 1820 über die Verbindungen des Chlors mit Kohlenstoff; er zuerst erkannte die Natur der letzteren und untersuchte die verschiedenen Verhältnisse genauer, in welchen sich jene Bestandtheile vereinigen. Viele Aufmerksamkeit erregten seine (1825 angestellten) Versuche über das Erscheinen von Ammoniak bei Einwirkung von Kalihydrat auf stickstofffreie Substanzen, wo er indeß die Ursache des Auftretens dieser Stickstoffverbindung sich nicht befriedigend zu erklären vermochte. — Für die organische Chemie war, außer seiner Arbeit über die Kohlenwasserstoffe, die Entdeckung der Naphthalinschwefelsäure noch von Wichtigkeit.

Vieles Verdienst erwarb sich Faraday auch noch, indem er praktische Anwendungen seiner Kenntnisse machte, welche theils der Wissenschaft neue Hülfsmittel gewährten, theils für die Gewerbe von großer Bedeutung waren. Ich führe hier nur an seine mit Stodart gemeinschaftliche Arbeit über den Stahl und über die Mittel, diesem Material durch Zusatz verschiedener anderer Substanzen den möglichsten Grad von Härte und

Faraday. Güte zu verschaffen; von 1820 an beschäftigte er sich während mehrerer Jahre mit diesen Untersuchungen, die mit dem vollkommensten Erfolg gekrönt und für die Bereitung des feinern Stahls von der größten Wichtigkeit wurden. Ueber die Bereitung von fehlerfreiem Glas zu optischen Zwecken stellte er 1830 eine Untersuchung an, welche gleichfalls ganz die gewünschten Resultate zur Folge hatte.

Schriften. Faraday's Schriften sind in mehreren wissenschaftlichen Zeitschriften zerstreut; die Philosophical Transactions enthalten die meisten und wichtigsten davon, außerdem das Journal of the Royal Institution, Phillips' Annals of Philosophy, Brewster's, Taylor's und Phillips' (von 1832 an sich an das vorige anschließende) Philosophical Magazine and Journal of Science, das (von 1816 an erscheinende) Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts, und andere. Zahlreiche Uebersetzungen davon stehen in Gilbert's und Poggendorff's Annalen, den Annales de Chimie et de Physique u. a.; die letzteren enthalten auch mehrere Originalaufsätze von ihm. Seine Untersuchungen über Elektricität und die chemische Wirksamkeit dieser Kraft erschienen, in einzelne Serien und kurze fortlaufende Paragraphen getheilt, seit 1831 in den Philosophical Transactions; als ein selbstständiges Werk, aber ungeändert, publicirte er sie, so weit sie bis 1838 erschienen waren, unter dem Titel: Experimental Researches in Electricity (1839). Außerdem schrieb er noch, als Anleitung zur chemischen Experimentirkunst: Chemical Manipulation (1827), welchem eine deutsche Uebersetzung (1828) schnell folgte.

Ausbildung der physikalisch-chemischen Richtung. Unter Faraday's Entdeckungen mögen zwei derselben nochmals zurückgerufen werden, um an seine Leistungen die der folgenden Chemiker anzuknüpfen. Er fand einen Zusammenhang zwischen den Gewichtsmengen der durch gleiche Quantität von Elektricität zersetzten Verbindungen und ihrem Aequivalentgewicht; er fand außerdem, daß Körper von gleicher procentischer Zusammensetzung ungleiche Eigenschaften besitzen können. Seine Arbeiten stehen also in enger Verbindung mit den Ansichten über die Bestimmung der Aequivalentgewichte für die verschiedenen Substanzen, und zugleich mit der Lehre über die Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften der Körper von ihrer chemischen Zusammensetzung. In ähnlicher Richtung arbeiteten zu derselben Zeit noch andere Naturforscher, welche gleichfalls die physikalischen Eigenschaften der Körper in Beziehung zu ihrer Zu-

sammensetzung oder zu der Gewichtsmenge, nach welcher die Körper in Verbindungen eingehen, untersuchten. So entdeckte z. B. Dulong, dessen Verdienste um viele wichtige Theile der Chemie ich in den folgenden Theilen anführen werde, in Gemeinschaft mit Petit (1819) den Zusammenhang, welcher zwischen der specifischen Wärme und dem Atomgewicht der Elemente stattfindet. Noch enger schließen sich indeß Faraday's Arbeiten an die eines andern Chemikers an, der gleichfalls die Abhängigkeit der äußeren Eigenschaften der Verbindungen von ihrer chemischen Constitution untersuchte, und zu einem andern Resultat gelangte, welches die Grundlage vieler theoretischen Ansichten in der Chemie geworden ist. — Faraday fand, daß Substanzen von gleicher (empirischer) Zusammensetzung verschiedene physikalische Eigenschaften haben können; Mitscherlich hatte kurz zuvor entdeckt, daß Körper von ungleicher, aber analoger, chemischer Zusammensetzung eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung hinsichtlich wichtiger physikalischer Eigenschaften zeigen; diese Entdeckung wurde bald zu einer der bedeutendsten Grundwahrheiten unserer Wissenschaft: die Lehre von den Atomgewichten, die Bestimmung dieser Zahlen, erhielt namentlich dadurch eine ganz neue Basis. Zu der Besprechung von Mitscherlich's chemischen Arbeiten werden wir hierdurch geführt.

Ausbildung der physikalisch-chemischen Richtung.

Eine kurze Einschaltung mag hier gestattet sein, um zu besprechen, unter welchen Umständen jetzt wieder deutsche Chemiker unter den vorzüglichsten Beförderern unserer Wissenschaft erscheinen. Bis zu der Zeit, wo die Arbeiten Mitscherlich's und anderer, bald ausführlicher zu betrachtender, deutscher Gelehrten der Chemie einen neuen Aufschwung geben, ihre Grundlehren berichtigen und sie mit anderen Wissenschaften in innigern Zusammenhang bringen, — war in der jetzigen Periode Klaproth der einzige, welcher als Führer einer entschiedenen Richtung in der Chemie unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nahm. Ich habe oben (Seite 341) die Ursachen besprochen, welche im Anfang dieses Zeitalters den Einfluß der deutschen Chemiker lähmten; aber auch als Klaproth sich über diese Schwierigkeiten erhoben und selbstständig einem der wichtigsten Zweige der Chemie eine neue Gestaltung gegeben hatte, traten abermals hindernde Umstände ein, welche nur wenige seiner Landsleute auf dem von ihm eingeschlagenen Weg zu ähnlichen Resultaten gelangen ließen.

Zustand der Chemie in Deutschland im Anfang dieses Jahrhunderts.

Solche Hindernisse wurden besonders durch eine Richtung gebildet,

Zustand der Chemie in Deutschland im Anfang dieses Jahrhunderts.

welche sich in Deutschland seit dem Anfang des jetzigen Jahrhunderts geltend zu machen suchte, und der Methode, die seit Baco von Verulam zur richtigen Erkennung der Naturgesetze geleitet hatte, entgegentrat. Diese Richtung war, die rein speculative Forschungsweise an die Stelle der inductiven Untersuchungen zu setzen. Während die Geschichte der Naturwissenschaften in jeder Zeit nachgewiesen hat, daß hier das Theoretisiren nur im steten Geleite sicherer und unbefangener Beobachtungen zu Aufschlüssen über die Naturgesetze führt, wurde die Ansicht aufgestellt, daß alle Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten in der Natur sich leichter und sicherer durch Speculation auffinden und erklären lassen, durch Schlußfolgerungen aus einem einzigen höchsten, in und durch sich selbst erwiesenen, Grundsatz.

Die Möglichkeit, daß eine solche Ansicht bei einer großen Anzahl von Gelehrten über die bisher, und gerade am Ende des 18. Jahrhunderts in der Chemie mit so vielem Erfolg, angewandte Methode die Oberhand gewinnen konnte, lag in eine Kette von Umständen, von welchen die nächsten nur hier angeführt zu werden brauchen. Die empirischen Untersuchungen waren im Anfang dieses Jahrhunderts in Deutschland gegen die einiger anderer Nationen zurückgeblieben, weil in dem erstern Lande die Hülfsmittel der Gelehrten bei weitem beschränkter waren, weil bei den letzteren die vorherrschende realistische Richtung weit mehr Kräfte zur Theilnahme an der Naturforschung heranbildete. Dieses Gefühl des Zurückstehens ließ mit Begierde jene andere Methode ergreifen, mittelst welcher man schneller zu wichtigen Resultaten in den Naturwissenschaften zu kommen hoffte, als durch den mühsamen Weg, sich von der specielleren Erkenntniß zu der allgemeineren allmälig in fortgesetzten Beobachtungen zu erheben. Für viele deutsche Chemiker trug noch dazu bei, sich gegen diese letzte Methode aufzulehnen, daß durch sie das Stahl'sche System gestürzt worden war, und daß durch das Unterliegen in dem Streit für diese, von ihnen als nationale betrachtete, Theorie eine gewisse Bitterkeit gegen die neuere Richtung, als deren Repräsentanten die Franzosen und auch die Engländer vorzugsweise dastanden, zurückblieb. So vereinigte sich Vieles, um in Deutschland der Aufnahme einer neuen Richtung Vorschub zu leisten; die rein speculative wurde den Naturforschern von einigen Philosophen geboten und mit Begierde ergriffen. Die meisten Gelehrten, welche durch ihre Stellung zu der Ausbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse berufen waren, huldigten dieser Richtung und theilten sie ihren Schülern mit; mit einer gewissen Verach-

Zustand der Chemie in Deutschland im Anfang dieses Jahrhunderts.

tung sahen die Anhänger derselben auf Diejenigen herab, welche die Beobachtung und die Experimente als die Basis der Erkenntniß für solche Studien betrachteten, und schreckten dadurch Viele von der empirischen Untersuchungsweise ab. Der Speculation wendeten sich von denjenigen, welche die Naturwissenschaften beschäftigten, fast alle zu, die überhaupt die Gabe, theoretisiren zu können, besaßen; in schroffen Gegensatz traten diese mit denen, welche dem Empirismus noch anhingen, und unter diesen Umständen oft solche waren, die ziemlich geistlos ihre empirischen Untersuchungen anstellten. Die Leistungen beider Parteien trugen zur Entwicklung der Chemie wenig bei; die der Empiriker förderten hin und wieder die Kenntniß einiger specieller Gegenstände; die der anderen brachten allgemeine Anschauungsweisen und kühne Aufstellung von Analogien in unsere Wissenschaft, von denen sich übrigens das Meiste als unhaltbar erwiesen hat. In der Geschichte der Verwandtschaftslehre, der Ansichten über die Elemente und sonst hin und wieder in den folgenden Theilen werde ich die Behauptungen und den Einfluß der vorzugsweise speculativ forschenden Chemiker besprechen; von der Unzulässigkeit ihrer Methode überzeugte man sich nur langsam. Aber während der Zeit, wo diese Methode die herrschende war, wurde in Deutschland nichts gearbeitet, was einen entschiedenen Einfluß auf die Ausbildung unserer Wissenschaft geäußert hätte; die Anstrengungen der Wenigen, welche auf der richtigen Bahn des rationellen Empirismus fortschritten, fanden unter diesen Umständen zu wenig Unterstützung, als daß sie einen solchen Einfluß hätten ausüben können. Mit der Erkenntniß aber, daß die rein speculative Richtung in der Naturforschung nicht genügt, werden in Deutschland sogleich Leistungen hervorgebracht, deren Einfluß auf die Chemie ihre Urheber in die Reihe derer eintreten läßt, welche als die vorzüglichsten Beförderer unserer Wissenschaft hier zu nennen sind. Von den verdienstvollen Chemikern, welche Deutschland unter den neueren aufzuweisen hat, mögen nur einige hier ausführlicher besprochen werden, während die Berichterstattung über die Verdienste vieler anderer der speciellen Geschichte der einzelnen Zweige der Chemie in den folgenden Theilen überlassen bleiben mag. Mitscherlich's, Liebig's und Wöhler's Arbeiten sind es besonders, welche für die allgemeine Chemie die größte Wichtigkeit haben; wir beginnen die Angabe ihrer Leistungen mit denen des erstern.

Mitscherlich. Leben.

Ernst Mitscherlich ist 1794 zu Neuende (bei Jever) in Oldenburg geboren, wo sein Vater Prediger war. Seine wissenschaftliche Ausbildung erhielt er zuerst auf dem Gymnasium zu Jever, wo er von dem berühmten Historiker Schlosser, welcher damals an dieser Anstalt wirkte, für Geschichte und in Verbindung damit für Philologie und orientalische Sprachkunde angeregt wurde. Im Jahre 1811 bezog er die Universität zu Heidelberg, und widmete sich hier vorzugsweise den genannten Fächern; er setzte seine Studien darin von 1813 in Paris, von 1814 an in Göttingen fort, an welchem letztern Orte er die dortigen Manuscripte zu einer Arbeit über einzelne Partien der orientalischen Geschichte benutzte, von welcher er auch Einiges damals veröffentlichte. Nebenbei beschäftigte er sich in Göttingen auch mit den Naturwissenschaften, und studirte Zoologie, Mineralogie, Physik, Chemie und einzelne Theile der Medicin. Im Jahre 1818 kam Mitscherlich nach Berlin, und gab sich hier vorzüglich chemischer Untersuchungen hin. Er machte die Entdeckung des Isomorphismus, und zog hierdurch die Aufmerksamkeit von Berzelius auf sich, welcher damals, 1819, gerade in Berlin anwesend war. Mitscherlich begleitete Berzelius nach Stockholm, und arbeitete in des Letztern Laboratorium bis 1821, wo er zum Mitglied der Akademie in Berlin und zum Professor der Chemie an der dortigen Universität, an Klaproth's Stelle, ernannt wurde. Sein Wirkungskreis erweiterte sich später noch durch Ernennung zum Professor der Physik und Chemie an der Militärakademie zu Berlin, und durch Zuziehung zu mehreren amtlichen Commissionen. In Auszeichnungen jeder Art bethätigte sich die Anerkennung, welche seinen Verdiensten um unsere Wissenschaft überall gezollt wird.

Mitscherlich's früheste und bedeutendste Entdeckungen betreffen den Zusammenhang zwischen Krystallgestalt und chemischer Zusammensetzung. Auf ihren Inhalt, auf den Einfluß, den sie in weiterm Grade für die theoretische Chemie hatten, werde ich in dem II. Theil, bei der speciellen Geschichte der durch sie bereicherten Lehren, zurückkommen, und verweise gleich dahin zur Vervollständigung des schon hier Mitzutheilenden. Diese Entdeckung und ihre weitere Bearbeitung bildeten den wesentlichsten Beitrag, in der Chemie die physikalische Betrachtungsweise einheimisch zu machen, die Hülfsmittel der Physik und Mathematik für die Erkenntniß chemischer Lehren zu nützen, und eine besondere Richtung in der Chemie, die physika-

lisch-chemische, zu begründen, deren vorzüglichster Vertreter Mitscherlich ist. Mitscherlich.

Physikalisch-chemische Forschungen.

Bereits 1819 untersuchte er genauer die Fälle, wo sich gleiche oder sehr ähnliche Krystallgestalt bei veränderter chemischer Zusammensetzung zeigt. Er fand, daß nicht, wie bisher angenommen und von den bedeutendsten Autoritäten vertheidigt wurde, jeder veränderten chemischen Zusammensetzung auch eine Veränderung in der Krystallgestalt entspricht, sondern daß es Bestandtheile giebt, welche sich in Verbindungen vertreten können, ohne daß Formänderung erfolgt. Er fand zugleich, daß nur solche Bestandtheile sich, ohne zu einer Abänderung der Krystallform Anlaß zu geben, in Verbindungen ersetzen können, welche analoge atomistische Constitution haben; daß solche Verbindungen, in welchen gleiche Mengen elementarer Atome, wenn auch qualitativ verschiedener, in denselben Verhältnissen verbunden sind, vorzugsweise gleiche Krystallgestalt zeigen. Hieraus schien sich mit Recht folgern zu lassen, daß die Krystallgestalt einer Verbindung weniger von der qualitativen Beschaffenheit der darin enthaltenen Elemente, als von dem Verhältniß, wieviel Atome der Elemente darin vereinigt seien, abhänge. Mitscherlich fand, daß es viele Gruppen von Elementen giebt, deren Glieder vorzugsweise die Eigenschaft besitzen, sich ohne Formänderung in Verbindungen vertreten zu können; er bestimmte diese auf das genaueste; Verbindungen von analoger Zusammensetzung und gleicher Krystallgestalt nannte er isomorphe; er hielt sich zu dem Schluß berechtigt, auch die entsprechenden Bestandtheile solcher analoger Verbindungen seien isomorph, und unterstützte alle seine Annahmen durch die zahlreichsten und schärfsten Beobachtungen. Die hauptsächlichste Basis der Lehre vom Isomorphismus hat Mitscherlich mit einer Genauigkeit und Sorgfalt durchgeführt, welche diesen wichtigen Theil der theoretischen Chemie in verhältnißmäßig sehr kurzer Zeit zu einem allgemein anerkannten machen ließ. — Mitscherlich hat nicht nur ein Princip aufgestellt, eine Idee ausgesprochen, sondern mit unermüdeter Sorgfalt eine lange Reihe von Jahren hindurch selbst die Beweise dafür geliefert und viele Anwendungen davon gemacht; ihm verdanken wir die Kenntniß von bei weitem den meisten Thatsachen, welche, abgesehen von jedem theoretischen Versuch, sie in Zusammenhang zu bringen, die Lehre vom Isomorphismus, mag diese sich nun auch in der Folge anders gestalten, begründen.

Die Folgen dieser großen Entdeckung verbreiteten sich bald über alle

Mitscherlich. Physikalisch-chemische Forschungen.

Theile der Wissenschaft. Die Krystallographie gewann eine erhöhte Bedeutung in der Chemie; sie gab jetzt ein wichtiges Moment ab für eine Fundamentalfrage, für die Bestimmung der Atomgewichte. Diese Bestimmung erhielt größere Sicherheit; der Satz, daß isomorphe Verbindungen gleiche Atomconstitution haben, daß diejenigen Gewichtsmengen der Bestandtheile, welche sich darin vertreten können, nach gleichem Verhältniß der Atomgewichte zusammengesetzt sind, gab nun für viele solcher Bestandtheile einen Anhaltspunkt, ihr Atomgewicht, und das der darin enthaltenen Elemente, mit großer Zuversicht bestimmen zu können. — Außer der Wichtigkeit, welche die Entdeckung des Isomorphismus aber für diesen Theil der theoretischen Chemie hatte, zeigte sich auch bald ihr Einfluß auf die Klassification der chemischen Verbindungen im weitesten Sinne. Die Sonderung der Elemente in Gruppen, deren Glieder gleichgestaltige und analog zusammengesetzte Verbindungen bilden, wurde bald mit Erfolg durchgeführt; die Klassification der Mineralien aus dem rein chemischen Gesichtspunkt erhielt durch jene Entdeckung eine durchgreifende Reform.

Der Entdeckung, daß verschieden, aber in Bezug auf das Atomverhältniß der Elemente analog, zusammengesetzte Substanzen Eine Krystallform gemeinsam haben, ließ Mitscherlich schnell eine andere folgen (1821), daß nämlich eine und dieselbe Combination von Elementen zwei verschiedene Krystallformen annehmen kann; er begründete die Lehre vom Dimorphismus, für welche er in der Folge noch selbst die Zahl der wichtigsten Belege vermehrte.

Er hatte hier gezeigt, daß Eine chemische Verbindung unter verschiedenen Umständen in zwei ganz verschiedenen Gestalten krystallisirt; 1823 fügte er aber auch noch die Entdeckung hinzu, daß für die Körper, deren Gestalt nicht dem regulären System angehört, die Krystallform sich mit der Aenderung der Temperatur stetig ändert, ohne jedoch sogleich eine total verschiedene zu werden. Er erkannte die nach verschiedenen Richtungen ungleiche Ausdehnung, welche solche Krystalle durch den Einfluß der Wärme erleiden; er bestimmte für mehrere Substanzen die Größe der dadurch verursachten Winkeländerung und sonstige dabei in Betracht kommende Umstände genau.

Alle Theile der theoretischen Chemie und viele mit unsrer Wissenschaft in näherer Verbindung stehende Zweige der Physik gewannen weitre Ausbildung durch diese Reihe ausgezeichneter Entdeckungen. Die atomistische Theorie erhielt besonders eine neue und wichtige Stütze, und Mitscherlich trug

Vieles zu ihrer Ausbreitung bei, indem er die atomistische Constitution der Verbindungen u. s. w. möglichst zu veranschaulichen strebte. Aber noch andere Arbeiten fügte er hinzu, welche in derselben Richtung, wie die bisher besprochenen, die theoretische Chemie erweiterten. Ich hebe hier nur noch als besonders wichtig hervor seine Untersuchung über das specifische Gewicht vieler Körper im dampfförmigen Zustande (1833) und über den Zusammenhang, welcher zwischen dieser Eigenschaft und dem Atomgewicht besteht; auch sie trug wesentlich dazu bei, die Kenntnisse über diesen wichtigen Gegenstand zu erweitern und zu berichtigen.

Mitscherlich. Physikalisch-chemische Forschungen.

Für alle diese Forschungen, welche für die chemisch Theorie im Allgemeinen so wichtig geworden sind, stellte Mitscherlich umfassende Reihen von Experimentaluntersuchungen an, und zeichnete sich hier aus durch sorgfältige Auswahl der Apparate und durch scharfsinnige Methoden, aus den unmittelbaren Beobachtungen die Resultate abzuleiten. Seine Verbesserungen der Krystallometrie, der Art, die Krystallformen darzustellen, sind für diesen Zweig der Naturwissenschaft von der größten Wichtigkeit geworden, und seine Angaben besitzen auch hier die Genauigkeit, welche alle seine Beobachtungen auszeichnet.

Arbeiten in der unorganischen Chemie.

Die im Vorhergehenden erwähnten Untersuchungen enthalten bereits neben den allgemeineren Resultaten wichtige Beiträge zu der Erkenntniß vieler einzelner Stoffe, viele Angaben von Darstellungsmethoden und sorgfältige Analysen; in abgesonderten Arbeiten ging Mitscherlich noch außerdem auf das Studium solcher specieller Gegenstände ein, und auch hier hatten seine Bemühungen den größten Erfolg. Für die unorganische Chemie war besonders wichtig seine Arbeit (1823) über die künstliche Erzeugung unorganischer Körper, welche mit natürlich vorkommenden Mineralien vollkommen identisch sind, seine Entdeckung der eigentlichen Selensäure (1827), seine Untersuchungen über die Verbindung des Natrons mit Jod (1827), über die Sauerstoffverbindungen des Mangans (1830 — 1832), wo er die Mangansäure und die Uebermangansäure unterschied, u. a. m. — Für die Theorie vieler chemischer Processe hat er tiefer eingehende Forschungen angestellt, so z. B. über die Salpetersäurebereitung (1830), u. a. — Auch die unorganische Analyse hat er mit mehrfachen zweckmäßigen Angaben bereichert; ihm verdankt man z. B. die Anwendung eines Gemisches aus kohlensaurem Kali und Natron statt einer einzelnen dieser Substanzen zur Aufschließung kieselsäurehaltiger Mineralien (1828), und mehrere gleich nützliche Vorschriften.

Mitscherlich. Arbeiten in der organischen Chemie.

Auch für die organische Chemie hat Mitscherlich wichtige Forschungen angestellt. Dem Apparat zur Analyse organischer Körper gab er eine veränderte Einrichtung, welche indeß weniger in Anwendung gekommen ist, als andere leichter anwendbare und doch hinreichende Genauigkeit gebende. Er untersuchte die Constitution vieler organischer Substanzen; als besonders umfassend muß seine Arbeit über die Zersetzungsproducte der Benzoësäure (1833 — 1835) hervorgehoben werden, wobei er eine Reihe der für die Theorie der organischen Chemie wichtigsten Verbindungen entdeckte. Die theoretischen Ansichten, welche er aus diesen Beobachtungen folgerte, sind bestritten; dasselbe gilt für andere von ihm festgestellte Theorien, wie z. B. die der Constitution der Aetherverbindungen, der Aetherbildung, zu deren Aufklärung er 1834 eine ausgezeichnete Experimentaluntersuchung anstellte, und die Ansicht über Einleitung der chemischen Action durch bloße Gegenwart eines sonst indifferent sich zeigenden Stoffs (über die Wirkung durch Contact).

Schriften.

Mitscherlich's chemische Abhandlungen finden sich in den Annales de Chimie et de Physique, den Annales des mines, Poggendorff's Annalen und anderen Zeitschriften. Mehrere Arbeiten von ihm aus früherer Zeit sind in den Abhandlungen der Stockholmer Akademie enthalten; seine neueren Arbeiten werden meist durch die Berichte der Berliner Akademie veröffentlicht, und von hier entlehnt in anderen Journalen mitgetheilt. Von selbstständigen Werken erschien sein »Lehrbuch der Chemie« von 1829 an, das in schnell einander folgenden Auflagen sich weit verbreitete, und neben einem eigenthümlichen Plane eine reiche Fülle eigener Beobachtungen und Ansichten enthält.

Die Arbeiten von Mitscherlich in der organischen Chemie stehen in der engsten Verbindung mit denen anderer Gelehrten auf demselben Gebiete, zu deren Besprechung wir nun übergehen wollen. Gleichzeitig mit ihm traten in unserer Wissenschaft noch andere gleich ausgezeichnete Gelehrte auf, welche aber von Anfang an ihre Thätigkeit hauptsächlich der Untersuchung organischer Substanzen zuwandten, in diesem Zweige der Scheidekunst eine neue Richtung verfolgten, und an der Spitze derselben einem großen Theile der heutigen Chemiker als Führer vorangingen. In dieser Beziehung wirkten in Deutschland vorzüglich Liebig und Wöhler, in Frankreich Dumas.

Weitere Ausbildung der organischen Chemie.

Der speciellen Geschichte der organischen Chemie bleibt die ausführlichere Darstellung angemessener überlassen, in welcher Weise dieser Theil unserer Wissenschaft sich in den letzten Jahrzehenden von einer sehr unvollkommnen Behandlungsweise schnell zu einer weit vorgeschrittenen Erkenntniß erhob. Ueber das Eingreifen der organischen Chemie in die Theorie unserer Wissenschaft im Allgemeinen läßt sich hier um so weniger etwas Vollständiges geben, da hiermit ein Zurückgehen in zahlreiche Einzelnheiten verbunden wäre, deren Darlegung die Grenzen dieses Theils unserer Geschichte weit überschreiten würde. Für die nähere Kenntniß der organischen Verbindungen hatten in den ersten Jahrzehenden dieses Jahrhunderts einzelne Entdeckungen stattgefunden, welche zunächst auf die chemische Theorie nur wenig Einfluß ausübten, deren weitere Verfolgung aber später zu den hauptsächlichsten Bestrebungen der Gegenwart leitete. Solche Entdeckungen, wie z. B. die der organischen Alkaloide u. a., können hier nicht genauer besprochen werden; sie sind zahlreich, aber im Anfang wenig bedeutend, gewinnen sie erst Wichtigkeit durch ihre Zusammenfassung und allgemeinere Behandlung zu der Zeit, wo die organische Chemie zu dem hauptsächlichsten Studium vieler Chemiker wird, und wo die Wichtigkeit der Untersuchungen, welche für diesen Zweig der Scheidekunst durchgeführt werden, und der theoretischen Ansichten, die man zunächst dafür geltend zu machen strebt, die Fortschritte fast der ganzen Chemie in denen des organischen Theils derselben concentrirt. Zu nahe stehen wir aber noch allen dahingehörigen Untersuchungen; noch dauern die Discussionen fort, welche über die Wahrheit der einen oder der andern Fundamentalansicht entscheiden sollen; wenig läßt sich daher über diesen Fortschritt der Chemie schon hier berichten, wo eigentlich nur vollständig durchgeführte und von der Nachwelt schon gewürdigte Richtungen besprochen werden sollen. Um jedoch diese allgemeine Geschichte, in welcher wir von dem ersten Auftreten unserer Wissenschaft an alle wichtigeren Bestrebungen in ihrem Zusammenhange darzulegen versuchten, bis auf die Gegenwart wirklich fortzuführen, mag die Darstellung der Untersuchungen versucht werden, welche für die Erkenntniß der rationellen Constitution organischer Verbindungen besondere Wichtigkeit hatten, und der Männer, welche diese neueste Richtung unserer Wissenschaft vorzüglich vertreten.

Die ersten Versuche zur Elementaranalyse organischer Substanzen, die fortschreitenden Verbesserungen an derselben haben wir bereits in dem Vorhergehenden kurz berührt; besprochen wurde gleichfalls schon, daß Berzelius

Weitere Ausbildung der organischen Chemie.

das Statthaben der stöchiometrischen Gesetze auch für die organischen Verbindungen nachwies. Für einzelne Klassen organischer Verbindungen waren um 1820 musterhafte Untersuchungen angestellt, so über mehrere Säuren von Berzelius, über die Fette von Chevreul, welchem die organische Analyse gleichfalls viel verdankt. Berzelius hatte auch am frühsten bereits geltend zu machen gesucht, daß die organischen Verbindungen aus dem Gesichtspunkte zu betrachten seien, welcher durch das Studium der unorganischen festgestellt worden war; daß eine richtige Erkenntniß der organischen Substanzen, der schwieriger ihrer Constitution nach zu erforschenden, nur zu erwarten sei, wenn man für sie eine Analogie mit den unorganischen, deren Constitution weniger Zweifel darbietet, durchführe. Die ausgezeichneteren Klassen unorganischer Substanzen, wie Säuren, Oxyde, Verbindungen aus beiden u. s. w., auch in der organischen Natur wieder zu finden, und das Richtige dieser Anschauungsweise zu belegen, war nun das Ziel, zu dessen Erreichung sich ausgezeichnete Kräfte vereinigten.

Wir können hier noch nicht genauer auf die Hindernisse eingehen, welche einem solchen Streben entgegenstanden. Sein Gelingen beruhte zunächst darauf, daß die organischen Verbindungen als binäre nachgewiesen würden, mochten nun als ihre näheren Bestandtheile zwei Körper, welche selbst zusammengesetzt sind, oder ein zusammengesetzter Körper und ein einfacher angenommen werden. Nachzuweisen war alsdann, daß ein solcher zusammengesetzter Körper, welcher in Eine organische Verbindung eingeht und ihr einen gewissen Charakter mittheilt, auch in andere ähnliche Verbindungen eingehen kann, und eine Reihe analoger zusammengesetzterer Substanzen hervorbringt; nachzuweisen war, daß eine gewisse Combination von Elementen, welche in einer organischen Substanz als Bestandtheil enthalten ist, sich verhalten kann, wie eine einfachere unorganische Verbindung, z. B. wie eine Säure, wie eine Basis u. s. w.; daß eine gewisse Combination von Elementen sich selbst wie ein einfacher Körper verhalten, mit anderen einfachen Körpern in die mannichfachsten Verbindungen eingehen kann, und eine Reihe zusammengesetzter Substanzen bildet, welche durch den Gehalt an Einer unveränderlichen Combination von Elementen, durch den Gehalt eines und desselben Radicals, als zu Einer Gruppe gehörig erkannt werden.

Damit der Begriff der organischen Radicale und der rationellen Zusammensetzung organischer Verbindungen überhaupt nachgewiesen werden

konnte, mußte also die organische Chemie folgende Aufgaben zuerst lösen. Die organische Analyse mußte vervollkommnet werden, so daß für eine große Anzahl von organischen Substanzen die Elementarzusammensetzung genau ausgemittelt werden konnte. Die Erkenntniß der empirischen Atomconstitution konnte dann erst auf Muthmaßungen führen, zu welchen Combinationen, zu welchen näheren Bestandtheilen die Elemente in den verschiedenen Verbindungen vereinigt seien. Es mußten analoge Klassen organischer Verbindungen genau untersucht werden, um die Zulässigkeit der Anschauungsweise, welche man für die rationelle Constitution der einen derselben aufgefaßt hatte, an anderen controliren zu können. Es mußten endlich viele Substanzen, welche aus Einer organischen Substanz hervorgehen oder sie hervorbringen können, untersucht werden, um diejenige Combination von Elementen aufzufinden, welche in den zusammengehörigen vorhanden ist und ihnen gemeinsame Merkmale, z. B. aus allen wieder eine und dieselbe Substanz hervorbringen zu können, mittheilt. Auf diese Forschungen gründete sich die Auffindung der Radicale. Weitere Ausbildung der organischen Chemie.

Es knüpfen sich an diese verschiedenen Richtungen des Studiums der organischen Verbindungen die wichtigsten der hierhergehörigen Arbeiten, welche die letzte Zeit hervorgebracht hat. Wir wollen diejenigen hier anführen, welche von den ausgezeichnetsten Repräsentanten dieses Studiums durchgeführt wurden. Liebig, Wöhler und Dumas haben gleichzeitig hier das Bedeutendste geleistet; ihre Arbeiten greifen so sehr in einander ein, daß eine abgesonderte Darstellung sehr erschwert wird; dem hier stets eingehaltenen Plane gemäß glaube ich sie doch versuchen zu müssen, und mit Dumas' Leistungen mag hier begonnen werden, um an die Bestrebungen der anderen Gelehrten einige Betrachtungen über den jetzigen Zustand der Chemie anlehnen zu können.

Ueber Dumas Lebensverhältnisse fehlen mir genauere Nachrichten. Er wirkt gegenwärtig zu Paris als Professor der Chemie an der Faculté des sciences, an der Ecole de médécine, und an der Ecole centrale des arts et métiers. Dumas.

Wenn wir versuchen, für seine wichtigsten Arbeiten hier eine Uebersicht zu geben, so kann in keiner Weise weder Vollständigkeit unser Ziel sein, da er als einer der fleißigsten Chemiker fast auf jeden einzelnen Zweig der organischen und auf viele einzelne Gegenstände der unorganischen Chemische Leistungen.

Dumas. Chemische Leistungen.

Chemie seine Untersuchungen ausgedehnt hat, und jede derselben für die gerade behandelte Lehre große Wichtigkeit besitzt — noch soll dieser Bericht alle seine Arbeiten in Einer ununterbrochenen Zusammenstellung geben, da die einzelnen Forschungen zu mannichfach und in ihren Gegenständen zu abweichend sind. Viele von ihnen stehen auch mit den Arbeiten anderer Chemiker in näherem Zusammenhange als mit seinen eigenen früheren, wobei ihm Benutzung anderer Arbeiten zur Aufstellung eigener Ansichten, ohne gehörige Anerkennung des ihm von Jenen Zugekommenen, mehrfach zum Vorwurfe gemacht wird.

Arbeiten für die Theorie der Chemie im Allgemeinen.

Besprechen wir zuerst, mit Ausschluß noch der vorzüglich für die Theorie der organischen Verbindungen aufgestellten Ansichten, diejenigen seiner Leistungen, welche für die chemische Theorie im Allgemeinen besondere Wichtigkeit haben. Ueber das specifische Gewicht der Körper und den Zusammenhang dieser Eigenschaft mit dem Atomgewicht hat er verschiedene Untersuchungen angestellt. Weniger Erfolg hatten diejenigen, welche er 1821 mit Le Royer in Bezug auf die nicht gasförmigen Substanzen unternahm; ausgezeichnete Resultate gab hingegen seine Arbeit (1826) über das specifische Gewicht von vielen Körpern im Dampfzustand, wo er mittelst eines sinnreichen und seitdem vorzüglich oft angewandten Apparats die Dichtigkeit für viele Substanzen ermitteln lehrte, deren Eigenschaft, erst bei sehr hoher Temperatur den dampfförmigen Zustand anzunehmen, derartige Bestimmungen bisher unmöglich gemacht hatte. Vorzügliche Wichtigkeit hatte diese Arbeit für die Analyse der organischen Substanzen, wo die Bestimmung der Zusammensetzung nach Gewicht in vielen Fällen durch sein Verfahren eine nützliche Controle erhielt. Hervorzuheben sind hier auch seine Untersuchungen über das specifische Gewicht verschiedener permanenter Gase, welche er 1841 in Gemeinschaft mit Boussingault anstellte.

Diese Arbeiten stehen in Verbindung mit der Bestimmung des Atomgewichts für die verschiedenen Elemente durch Ausmittelung des specifischen Gewichts im Gaszustande für sie selbst oder für ihre Verbindungen. Jene Bestimmungen suchte Dumas (von 1840 an), zum Theil in Gemeinschaft mit Staß, noch außerdem durch directe Versuche genauer zu erhalten, und seiner Geschicklichkeit gelang es, für mehrere der bis dahin angenommenen Zahlen die Berichtigungen anzubringen, welche die vergrößerten Hülfsmittel der neuern Zeit, verglichen mit denen der Periode, aus welcher die damals erhaltenen Resultate bisher noch beibehalten worden waren, möglich machen.

Dumas. Arbeiten in der organischen Chemie.

Ich übergehe hier die Untersuchungen von Dumas, welche auf einzelne Gegenstände der unorganischen Chemie gerichtet waren; seine Arbeiten in der organischen Chemie nehmen vorzugsweise unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Eine Reihe von Untersuchungen, welche für die empirische und die theoretische Kenntniß dieses Theils der Scheidekunst gleich wichtig waren, bezeugt seit mehr als zwanzig Jahren seine wissenschaftliche Thätigkeit; ich hebe hier nur die wichtigsten hervor. Mit Pelletier untersuchte er 1823 die organischen Salzbasen, und bestimmte die Zusammensetzung einer größern Anzahl dieser Körper mit mehr Genauigkeit, als dies vor ihm geschehen war. Seine mit Polydore Boullay 1827 ausgeführte Arbeit über die Aetherverbindungen lehrte zuerst die atomistische Constitution der verschiedenen Aetherarten richtig kennen, daß ihre Elementarbestandtheile nämlich die von wasserfreier Säure und von gewöhnlichem Aether sind. Die nähere Kenntniß der Amidverbindungen wurde durch seine Entdeckung und Untersuchung des Oxamids (1830) besonders eingeleitet. Ueber die flüchtigen Oele, die sich daraus abscheidenden Stearoptene und den Kampher arbeitete er vielfach 1832 bis 1835. — Seinen Entdeckungen über die Aetherverbindungen reihte er 1834 eine gleich bedeutende mit Peligot gemeinschaftlich ausgeführte Untersuchung an über den Holzgeist und die daraus abzuleitenden Verbindungen; er bewies die vollkommne Analogie derselben mit dem Weingeist und den daraus zu erhaltenden Substanzen, und bereicherte die organische Chemie mit einem der reichhaltigsten und für ihre Theorie wichtigsten Kapitel. Mit Staß gemeinschaftlich arbeitete er 1840 über die Einwirkung, welche die Alkalien auf organische Körper bei höherer Temperatur ausüben, und entdeckte die künstliche Darstellung von Säuren, welche sonst nur als natürliche Erzeugnisse des vegetabilischen Lebensprocesses auftreten. Die Untersuchung des Indigo's, welche er mit Le Royer schon 1822 begonnen hatte, beschäftigte ihn wiederholt 1832 und 1841; die Verbindungen der Weinsäure erforschte er genauer, gemeinschaftlich mit Piria, 1842.—

Die Aufzählung solcher höchst wichtiger Untersuchungen ließe sich noch beträchtlich erweitern, und ihre Anzahl vergrößert sich immer noch. Ohne alle seine derartigen Leistungen vollständig anführen zu wollen, müssen wir aber noch seinen Einfluß auf die Chemie besprechen, welchen er durch die Aufstellung einer neuen Theorie über die organischen Verbindungen ausübt. Dieser Theorie bei den Chemikern zuerst große Aufmerksamkeit zugewandt zu haben, bleibt ihm unbestritten, wenn ihm auch über einzelne Theile

Dumas.

Aufstellung der Substitutionstheorie.

derselben, zum Theil mit Recht, die Priorität streitig gemacht wird.

Für die Theorie der organischen Chemie stellte Dumas neue Gesichtspunkte auf in seiner Substitutionstheorie oder der Lehre von der Metalepsie. — Zwar war Dumas den Gründen für die Annahme zusammengesetzter Radicale — welche ursprünglich von Berzelius ausgegangen und von Liebig hauptsächlich unterstützt worden war — später beigetreten; auch er hatte sich, besonders deutlich 1837, für die Ansicht ausgesprochen, daß die organischen Substanzen als Verbindungen zusammengesetzter Körper zu betrachten seien, welche letztere sich wie einfache verhalten, daß der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Verbindungen nur darin bestehe, daß die Bestandtheile der ersteren zusammengesetzte, die gleich entfernten Bestandtheile der letzteren aber unzerlegbare Körper sind. Die Annahme dieser Ansicht ließ erwarten, daß seinerseits zunächst die Bestimmung versucht werden würde, welche zusammengesetzte Körper in den verschiedenen organischen Verbindungen die Rolle von einfachen spielen, welches die Radicale der verschiedenen organischen Verbindungen sind. Aber Dumas entwickelte fast gleichzeitig mit der Annahme jener Ansicht eine andere Theorie, wornach die organischen Verbindungen weniger in der Art geordnet werden sollen, je nachdem sie ein gleiches Radical (dieselbe Combination von Elementen, welche sich wie ein einfacher Körper verhält) enthalten, als vielmehr nach der allgemeinen Aehnlichkeit, welche beruhe auf gleicher Zahl und gleichem Verhältniß der elementaren Atome, und die z. B. statthaben könne zwischen zwei Verbindungen, welche auf dieselbe Anzahl Kohlenstoff- und Sauerstoffatome verschiedene Mengen Chlor- und Wasserstoffatome enthalten, so jedoch, daß die Summe der beiden letzteren in den zwei Verbindungen gleich ist.

Diese Theorie von Dumas, welche ich erst in der speciellen Geschichte der organischen Chemie genauer erörtern kann, übte einen sehr verschiedenartigen Einfluß auf die Wissenschaft aus. In vielen Fällen ein bequemes Hülfsmittel zu leichterer Uebersicht und Vergleichung der Resultate abgebend (z. B. wo eine Substanz wie Chlor auf eine wasserstoffhaltige Verbindung längere Zeit zersetzend einwirkt), hat sie sich doch, namentlich außerhalb Frankreichs, nicht zu allgemeinerer Anerkennung erheben können. Der Umstand, daß die Betrachtung solcher Zersetzungsproducte aus dem Gesichtspunkte der Substitutionstheorie die empirische Atomconstitution vieler Verbindungen in einen Zusammenhang bringt, wurde nicht allgemein als Beweis anerkannt, daß diese Theorie in der ganzen organischen Chemie als

Leitfaden für die Erkenntniß der rationellen Constitution dienen kann. Einer allgemeineren Aufnahme der Ansicht, daß alle organischen Verbindungen in Gruppen zerfallen und zu ordnen sind, deren Glieder eine gleiche Anzahl von Aequivalenten, und zwar auf dieselbe Weise verbundener, enthalten und mit denselben Grundeigenschaften begabt sind — stand außerdem im Wege die Unsicherheit, welche Dumas selbst über die Erkennung dieser Bedingungen gelassen hat, das Ausweichen desselben vor jeder genauern Definition überhaupt und sein unzulängliches Behelfen mit einzelnen Beispielen und Vergleichungen. Eine allgemeinere Anerkennung wurde weiter verhindert durch das öftere Zurücknehmen von Behauptungen, welche — pomphaft angekündigt und den bisher bei der theoretischen Auffassung der organischen Verbindungen leitenden Ansichten als sie total reformirend entgegengestellt — bald vor neuen Thatsachen sich als ungenügend erwiesen, und modificirt oder ganz zurückgenommen wurden. Der öftere Wechsel der Grundgedanken, welche der Substitutionstheorie seit 1837 untergelegt wurden, konnte nicht dazu beitragen, den Chemikern Vertrauen auf ihre Naturgemäßheit und auf die Erfüllung ihrer vielversprechenden Reform der Chemie einzuflößen. Doch hat die Substitutionstheorie, — außer dem für gewisse specielle Zwecke oft vortheilhaften Schematisiren organischer Verbindungen, — sonst noch diesem Theile der Chemie wichtige Bereicherungen zugeführt. Mit der Aufstellung und Vertheidigung dieser Theorie steht die Entdeckung interessanter Körper in Verbindung, so die der Chloressigsäure (1838), der Chlorvalerisinsäure (1840) und vieler anderer; die Abhandlungen, welche Dumas, zum Theil in Gemeinschaft mit anderen Chemikern, Staß, Peligot, Piria, zur Begründung der Substitutionstheorie und der Lehre von den chemischen Typen publicirte, sind reich an den bedeutendsten eigenen Erfahrungen, und nur Weniges davon ist bereits in der oben gegebenen Uebersicht seiner größeren Experimentalarbeiten angeführt; von vielen Chemikern seines Landes, welche Dumas' Ansichten angenommen haben, sind zu ihrer Belegung Arbeiten ausgeführt worden, welche, abgesehen von jeder theoretischen Deutung, zu der sie Anlaß gaben, die Kenntniß der Thatsachen in hohem Grade erweiterten; eine große Anzahl der interessantesten Verbindungen wurde entdeckt, deren Kenntniß zur richtigen Leitung der Discussion Vieles beitrug.

Dumas. Aufstellung der Substitutionstheorie.

Das umfassende Genie Dumas', sein ausgezeichnetes Talent, vereinzelte Thatsachen zu generalisiren, aus ihnen allgemeine Gesichtspunkte abzuleiten, trat noch in vielen anderen Zweigen der Chemie hervor; stets för-

Dumas. dernd, meistens aber auch im Anfange möglichst viel heranziehend, möglichst viel versprechend, und später erst durch nothwendige Berichtigungen in die zukommenden Grenzen zurückgewiesen. Der Gegenwart ganz angehörig und hier nur kurz anzudeuten, sind seine Arbeiten im Gebiete der physiologischen Chemie, seine Versuche zur chemischen Erklärung der Vorgänge in dem lebenden Körper des Thiers und der Pflanze. Wenig im Zusammenhange mit der Richtung, welche er jetzt verfolgt, aber ausgezeichnet in der Art der Durchführung, waren die Arbeiten über das Blut, welche er 1820 bis 1823 in Gemeinschaft mit Prevost ausführte. Später, zu der Zeit, als Untersuchungen derselben Art von anderen Chemikern angeregt wurden, von 1841 an, nahm auch Dumas den größten Antheil an der Beantwortung der Fragen, in welcher Form den Pflanzen die Substanzen zukommen, die zu ihrer Ausbildung verwendet werden; welche Bestandtheile der Pflanzen in den thierischen Organismus als Nahrungsmittel übergehen, und ob sie hierbei eine Veränderung erleiden; auf welchem chemischen Vorgange gewisse Processe des Organismus, z. B. das Athmen, beruhen. Er untersuchte vielfach die Zusammensetzung solcher Bestandtheile der Pflanzen und Thiere; ein genaueres Eingehen auf diese Arbeiten, wobei theilweise Boussingault, Payen und Cahours mit ihm gemeinschaftlich thätig waren, scheint hier weniger nöthig, da die Discussionen über dieselben noch in vollem Gange sind, und sich zudem sogleich bei Liebig's Arbeiten in derselben Richtung Gelegenheit bietet, zu erörtern, in welcher Weise derartige Bestrebungen jetzt noch von dem historischen Standpunkte aus zu betrachten sind.

Physiologisch-chemische Arbeiten.

Die vorstehende Uebersicht von Dumas' Leistungen, wenn gleich nothwendig unvollständig, reicht hin, den großen Antheil, welchen er an der Ausbildung der heutigen Chemie, namentlich für den organischen Theil derselben, hat, würdigen zu lassen. Bedeutende Experimentaluntersuchungen — geniale, wenn auch oft zu wenig begründete, zu unbestimmt gefaßte und die Ideen Anderer zu geflissentlich ausschließende oder unterordnende, theoretische Ansichten — zahlreiche Controlarbeiten, wozu ihm seine Wirksamkeit an der Pariser Akademie, als Berichterstatter über viele der Chemie angehörige Forschungen, besonders Gelegenheit gab — Anregung jüngerer Chemiker zu wichtigen Untersuchungen, von denen er viele durch gemeinschaftliche Arbeiten in die Wissenschaft eingeführt hat, erfolgreiche Thätigkeit endlich als Lehrer und Schriftsteller — dies sind hinlängliche Leistungen, um seinen Namen zu

einem der bedeutendsten in der Geschichte unserer Wissenschaft zu erheben. Dumas.

Dumas' schriftstellerische Leistungen sind in einer großen Anzahl von Abhandlungen und in mehreren selbstständigen Werken enthalten. Die ersteren finden sich vorzugsweise aus früherer Zeit in dem Journal de Physique, dann besonders in den Annales de Chimie et de Physique, deren Redaction er von 1841 an beitrat, und in den Comptes rendus der Pariser Akademie; auch in dem Journal de Pharmacie, dem Journal de Chimie médicale, Quesneville's Revue scientifique et industrielle u. a. Uebersetzungen gingen in die verschiedenen ausländischen Zeitschriften über. Außerdem nahm er seit 1824 an der Herausgabe der Annales des sciences naturelles Antheil. Von selbstständigen Werken erschien sein Traité de Chimie appliquée aux arts (seit 1828, bis 1843 sechs Bände; eine deutsche Uebersetzung reiht sich an seit 1830); seine 1836 gehaltenen Vorlesungen über die Entwicklung und den heutigen Zustand des theoretischen Theils der Chemie wurden 1837 unter dem Titel Leçons sur la philosophie chimique herausgegeben (deutsche Uebersetzung 1839). Einzelne Vorlesungen von ihm erschienen noch abgesondert, so z. B. 1841 Leçon sur la statique chimique des êtres organisés; einzeln auch noch seine Thèse sur la question de l'action du calorique sur les corps organiques (1838). Schriften.

Mit Dumas' Leistungen im nächsten Zusammenhange, oft zu ihnen den Anlaß gebend, wenn sich auch dann in der weitern Entwicklung von ihnen trennend und in den Resultaten sie bestreitend, stehen die Arbeiten Liebig's. In der Betrachtung seines Einflusses auf die Chemie sehen wir die Auffassung des organischen Theils derselben die Richtung annehmen, welche sich jetzt für dieses Studium als die allgemeiner leitende bewährt; wir sehen die experimentelle und die theoretische Seite der organischen Chemie ihrem jetzigen Zustande zugeführt und die Anwendungen der so erlangten Erkenntniß auf andere Wissenschaften in ausgedehnterm Maßstabe und mit mehr Erfolg versucht werden, als dies vorher gelungen war.

Justus Liebig ist 1803 in Darmstadt geboren, wo sein Vater ein Handelsgeschäft in Material- und Farbewaaren betrieb. Versuche zur Bereitung von Farben und chemischen Producten, welche sein Vater anstellte, weckten in ihm sehr früh Neigung zur experimentellen Chemie; es wurde Liebig. Leben.

Liebig. Leben.

diese weiter ausgebildet durch das Studium chemischer Werke, die ihm aus der Darmstädter Hofbibliothek in reichlicher Auswahl zu Gebote standen. Die Chemie beschäftigte ihn schon damals, gerade nicht zum Vortheil seiner Gymnasialstudien, fast ausschließlich; in seinem vierzehnten Jahre war wohl auf der so reichhaltigen Hofbibliothek kein Band eines chemischen Journals, welchen er nicht durchlesen, es war kein chemischer Versuch bekannt, welchen er nicht, nach Maßgabe seiner Mittel, wiederholt hätte; die Leichtigkeit, womit er sich alles zu den verschiedenen Experimenten Nöthige aus seines Vaters Geschäft verschaffen konnte, verschafften ihm früh eine große Gewandtheit in der Kunst, Versuche anzustellen; sein Beobachtungstalent für alles empirisch Wahrzunehmende schärfte sich; die glückliche Gabe eines guten Gedächtnisses trug viel dazu bei, daß er sich damals schon eine große Menge chemischer Erfahrungen ganz zu eigen gemacht hatte. Seinem Wunsche, der Chemie sich ganz zu widmen, gab sein Vater nach; Liebig versuchte den damals fast einzig zur Ausbildung in diesem Fach zu Gebote stehenden Weg, und trat (1818) bei einem Apotheker in Heppenheim bei Darmstadt in die Lehre. Er blieb hier indeß nur zehn Monate, da sein Sinn für wissenschaftliches Studium der Scheidekunst hier in keiner Weise Nahrung fand; er kehrte nach Darmstadt zurück, brachte daselbst noch ein halbes Jahr zur weitern Vorbereitung für die Akademie zu, und bezog dann die Universität Bonn und später Erlangen, wo er unter Kastner theoretische Chemie trieb, sich auch mit den anderen Naturwissenschaften bekannt machte, und zugleich suchte, die versäumten Sprachkenntnisse nachzuholen. Für seine Ausbildung in weiterem Kreise ebensowohl als in den Naturwissenschaften speciell wirkte der Umgang mit ausgezeichneten Männern sehr anregend, welche gleichzeitig in Erlangen studirten, wie mit Platen, mit dem er noch lange nachher in freundschaftlichem Briefwechsel stand, dem Botaniker Bischof, Engelhard (jetzt Professor der technischen Chemie in Nürnberg) u. A.; vielen Einfluß auch übten damals auf ihn Schelling's Vorlesungen aus, ein Einfluß, über welchen er später als nachtheilig für seine Fortschritte in praktischer Forschung sich aussprach. — Gelegenheit zu selbstständiger Ausbildung in der Chemie war damals auf deutschen Universitäten wenig geboten; Bekanntschaft mit den Fortschritten dieser Wissenschaft erhielt sich Liebig durch eifriges Studium der neuen Werke und Zeitschriften, und durch Discussion darüber in einem durch ihn in Bonn und dann auch in Erlangen unter den Studirenden gestifteten Verein für Chemie und Physik. Liebig ver-

ließ Erlangen 1822; damals schon waren einige Leistungen von ihm, über das Verhalten des Knallsilbers zu Alkalien, über die Bereitung mehrerer als Farbematerial dienenden Verbindungen u. a., bekannt geworden. Durch eine liberale Unterstützung von Seiten des Großherzogs Ludwig I. von Hessen begünstigt, setzte Liebig vom Herbst 1822 an seine chemischen Arbeiten in Paris fort, wo er mit Runge, Mitscherlich und G. Rose bekannt wurde. Er besuchte dort die Vorlesungen Gay-Lussac's, Thénard's, Dulong's u. A., zugleich suchte er die bis dahin von ihm ziemlich vernachlässigten mathematischen Kenntnisse nachzuholen; für sich arbeitete er noch weiter über die Verbindungen der Knallsäure. Die Darlegung der bei dieser Untersuchung gewonnenen Resultate vor der Akademie der Wissenschaften erwarb ihm die Aufmerksamkeit und das Wohlwollen A. von Humboldt's, der sich damals in Paris aufhielt; durch das Ansehn dieses Gelehrten unterstützt, konnte Liebig mit mehr Erfolg die vorzüglichen Hülfsmittel, welche ihm Paris bot, benutzen, und von dem größten Einfluß auf seine Richtung wurde namentlich die genauere Bekanntschaft mit Gay-Lussac, welche er gleichfalls Humboldt's empfehlender Einführung bei diesem verdankte. An Gay-Lussac gewann Liebig in jeder Beziehung eine feste Stütze; es nahm ihn dieser in sein, sonst nicht leicht zugängliches, Privatlaboratorium als seinen ersten Schüler auf; gemeinschaftlich vollendeten sie hier die Arbeit über die Knallsäure, und Liebig hatte Gelegenheit, mit Gay-Lussac's ausgezeichneten Untersuchungsmethoden und Verfahrungsweisen sich vertraut zu machen. — Auf Humboldt's Veranlassung wandte sich Liebig dem Lehrfach zu, nachdem durch des Erstern Einfluß die Hindernisse beseitigt waren, welche seiner Habilitation in seinem Vaterlande im Wege standen, da er auf einer andern, als der Landesuniversität, promovirt hatte. Nach einem in Gießen bestandenen Examen wurde sein in Erlangen erlangter Doctorsgrad anerkannt, und er darauf (1824) in seinem 21. Jahre zum außerordentlichen Professor der Chemie an der erstern Universität ernannt; zwei Jahre später erhielt er die ordentliche Professur der Chemie. Die Anerkennung, welche ihm in dieser Stellung durch Gewährung aller Hülfsmittel, chemische Untersuchungen zu fördern und Andere darin zu unterrichten, zu Theil wurde, rechtfertigte und vergalt er durch sein Festhalten an der Gießener Universität, von welcher ihn die glänzendsten Anerbietungen anderer Staaten nicht abzuziehen vermochten. — Seine Theilnahme für die Ausbreitung der chemi-

Liebig. Leben.

Liebig. Leben.

schen Studien und für die Art, wie unsre Wissenschaft in den verschiedenen Ländern gepflegt wird, fand besondere Anregung durch wiederholte Reisen in Deutschland, nach Frankreich und England, welche ihn mit den ausgezeichnetsten Forschern in den Naturwissenschaften in nähere Berührung brachten. Seine Verdienste um die Wissenschaft wurden von den meisten Akademien durch die Aufnahme unter die Zahl ihrer Mitglieder, von der Universität Göttingen (bei Gelegenheit des Jubiläums dieser Anstalt) durch Ernennung zum Doctor der Medicin anerkannt.

Chemische Leistungen.

Die Arbeiten Liebig's umfassen die verschiedenartigsten Zweige der Chemie. Der unorganische Theil verdankt ihm viele einzelne Untersuchungen, deren Aufzählung indeß hier unterbleiben mag, um uns sogleich zur Besprechung seiner Leistungen in der organischen Chemie übergehen zu lassen, als deren vorzüglichsten Beförderer wir ihn hier zu betrachten haben.

Liebig's Einfluß in der Chemie gründet sich auf das seltene Vermögen, zugleich mit anhaltender Ausdauer die mannichfaltigsten und umfassendsten Experimentaluntersuchungen ausgeführt zu haben, und auch mit scharfsinniger Combinationsgabe aus dem empirisch Erkannten das Gemeinsame herauszufinden und zu theoretischen Ansichten zu vereinigen, deren Geltung dann über das Gebiet hinausragte, dessen experimentelles Studium den ersten Anstoß dazu bot. So haben viele theoretische Ansichten Liebig's, welche zunächst aus Untersuchungen in der organischen Chemie hervorgingen, auch für die unorganische Chemie die größte Wichtigkeit erlangt; so haben seine theoretischen Erklärungen von Erscheinungen, welche ganz der wissenschaftlichen Chemie angehören, über Thatsachen Aufschluß geboten, welche zu der angewandten Chemie erst in ihrer weitesten Ausdehnung gerechnet werden können.

Verdienste um die organische Analyse.

Die experimentellen Forschungen Liebig's haben der organischen Chemie, außer der genauesten Ausmittelung der qualitativen Vorgänge den größten Vorrath an quantitativen Bestimmungen zu Gebote gestellt. Während vor seiner Zeit die Ausmittelung der quantitativen Zusammensetzung organischer Substanzen eine im Ganzen seltener versuchte, nur von wenigen Meistern der Wissenschaft mit Erfolg ausgeführte, allgemein aber als sehr schwierig anerkannte Aufgabe war, brachte er es dahin, dieser Operation den Grad von Leichtigkeit und Zuverlässigkeit zu geben, welcher ihre Aus-

führung allgemeiner verbreitete, und jeden Chemiker in den Stand setzte, an der Ausbildung der organischen Chemie durch Anstellung von Elementaranalysen mitzuarbeiten. Die großartigen, schwerer zu behandelnden und nur den Geschicktesten anzuvertrauenden Vorrichtungen zur Analyse organischer Substanzen wurden bald mit dem einfachen und leicht zu handhabenden Apparat vertauscht, dessen Zweckmäßigkeit, ungeachtet der Einwürfe, welche hin und wieder gegen seine allgemeine Anwendbarkeit oder gegen seinen Gebrauch in einzelnen Fällen erhoben wurden, durch nichts evidenter bewiesen ist, als durch eine Vergleichung der Kenntnisse über die quantitative Zusammensetzung der organischen Substanzen — nach ihrer Zahl und nach der Richtigkeit ihrer Resultate bemessen, — welche vor seiner Einführung erlangt waren, mit denjenigen, welche, seitdem sich die Chemiker fast allgemein desselben bedienen, zu Gebote stehen. — Die Verbesserung der organischen Analyse beschäftigte Liebig seit 1823, wo er mit Gay-Lussac die bisherigen Methoden vervollkommnete; nach fortgesetzten Versuchen gelang es ihm 1830, dem analytischen Verfahren den Grad von Einfachheit und Leichtigkeit der Ausführung zu geben, welcher seinem Apparat so große Verbreitung gesichert hat.

Liebig. Verdienste um die organische Analyse.

Nicht bloß die Angabe einer bessern Methode zur Analyse verdankt man Liebig, sondern kein Chemiker wohl hat selbst mehr derartige Bestimmungen ausgeführt, die Elementarconstitution einer größern Anzahl organischer Substanzen ausgemittelt, als er. Die organischen Säuren namentlich untersuchte er genauer und in größerer Anzahl, als irgend Einer vor ihm; der Untersuchung der Knallsäure, welche er 1822 begann und in den folgenden Jahren noch fortsetzte, folgten die der Kohlenstickstoffsäure (1827), die Entdeckung und Analyse der Hippursäure (1829), die Untersuchung der Aepfelsäure, Chinasäure, Rocellsäure, des Kamphers und der Kamphersäure, welche letztere als reines Oxydationsproduct des ersteren er nachwies (1830), der Milchsäure und der Aepfelsäure (1832 und 1833), der Chinasäure, der Mekonsäure und ihrer Zersetzungsproducte, des Asparagins und der Asparaginsäure (1833), der Harnsäure (1834), die Entdeckung und Untersuchung der Oenanthsäure, diese gemeinschaftlich mit Pelouze, sodann die Untersuchung der Mandelsäure und Ameisensäure (1836) und vieler anderer. Eine große Menge neuer Thatsachen lehrte er besonders 1838 in einer Arbeit über die Constitution der organischen Säuren kennen, auf

Arbeiten in der organischen Chemie.

Liebig. Arbeiten in der organischen Chemie.

welche ich bei Betrachtung seines Einflusses auf die Theorie der Chemie zurückkommen werde.

Die anderen Abtheilungen der organischen Chemie verdanken Liebig ebenso wohl Erweiterung und Vermehrung ihrer Erkenntniß, als die der Säuren. Ich hebe hier besonders hervor seine Untersuchung der vegetabilischen Salzbasen, welche die Ansichten über die Zusammensetzung dieser Substanzen wesentlich berichtigte und aufklärte. Er begann sie 1830 und analysirte damals schon die wichtigsten derselben; er setzte die Untersuchung in den folgenden Jahren, bis 1838, fort. Er lehrte die besten Methoden kennen, das Atomgewicht der Alkaloide zu bestimmen, und trug das Meiste bei zur Erkenntniß der Abhängigkeit zwischen ihren Verbindungsverhältnissen und ihrer Zusammensetzung. — Die Kenntniß der aus dem Alkohol sich ableitenden Verbindungen erweiterte er besonders durch seine Arbeiten über die Verbindungen der Schwefelweinsäure (1831 — 1835), über den Chloräther und die Producte überhaupt, welche durch Einwirkung des Chlors auf Aether und Alkohol entstehen (1831), wobei er die Entdeckung des Chlorals und anderer neuer Körper machte. — Die Theorie der Aetherbildung suchte er 1834 durch eine neue Versuchsreihe aufzuklären. — Die aus der Essigsäure entstehenden Verbindungen lehrte er durch seine Untersuchung des Brenzessiggeistes (1831), des Acetals (1832) besser kennen. Die Entdeckung des Aldehyds machte er 1835. Ueber die verschiedenen Zuckerarten und die Umwandlungen, welche sie erleiden, stellte er 1834 eine größere Untersuchung an.

Ganz besondere Erweiterung brachten Liebig's Untersuchungen für die Erkenntniß der mit dem Cyan in Zusammenhang stehenden Körper. Seine Untersuchung der Knallsäure gehört hierher; das Schwefelcyan lehrte er (1829) isolirt darstellen. An diese Entdeckung schloß sich (1834) die der Zersetzungsproducte des Schwefelcyans, des Melons, der Cyanylsäure, des Melams und mehrerer anderer Körper, deren Eigenschaften und Verbindungsverhältnisse er genau untersuchte. Noch über viele andere Cyanverbindungen verbreiteten seine Arbeiten bessere Einsicht; so noch 1841 über die Bildung des Blutlaugensalzes.

Theoretische Ansichten über die Säuren.

Es würde hier zu weit führen, alle einzelnen Experimentaluntersuchungen Liebig's in größerer Vollständigkeit aufzählen zu wollen; wir gehen über zu der Berichterstattung, welche theoretische Ansichten er daraus ablei-

tete. Um auch hiervon nur die besonders wichtigen hervorzuheben, erwähne ich vor Allem der Lehre, welche er für die Theorie der Säuren zu begründen suchte. Mit Dumas gemeinschaftlich stellte er 1837 die Ansicht auf, daß es Säuren gebe, welche nicht, wie man bis dahin für alle Säuren ohne Unterschied annahm, nach gleichen Atomverhältnissen sich mit Basen zu neutralen Salzen verbinden, sondern von denen ein Atom zu seiner Neutralisation mehrere Atome einer Basis nöthig hat. Die Lehre von den mehrbasischen Säuren wurde hierdurch angeregt, und von Liebig besonders durchzuführen gesucht, mit Zuziehung einer großen Menge eigener Beobachtungen, welche er namentlich in der schon erwähnten Arbeit von 1838, über die Constitution der organischen Säuren, vorlegte. Im Zusammenhang mit dieser Lehre von den mehrbasischen Säuren steht Liebig's Ansicht, daß der Maßstab der sauren Eigenschaft einer Säure, ob sie nämlich eine einbasische oder eine mehrbasische ist, nicht von ihrem Gehalt an Sauerstoff, sondern von ihrem Gehalt an ersetzbarem Wasserstoff abhängig sei; daß der Wasserstoff als das acidificirende Princip zu betrachten sei; daß alle Säuren Wasserstoffsäuren seien, und daß der Uebergang von einer Säure in ein Salz nur auf der Ersetzung des acidificirenden Wasserstoffs durch ein Metall beruhe. Diese Ansicht über die Natur der Säuren, im Wesentlichen bereits von Davy (vergl. Seite 380) aufgestellt, aber bis zu Liebig nur von wenigen Chemikern wieder aufgenommen, wird von ihm hauptsächlich vertreten, und ist durch seine Autorität zu verbreiteterer Aufnahme gekommen; wenn sie gleich, sowohl in Beziehung auf das Princip, daß der Wasserstoff das Acidificirende sein soll, als auf die Anwendung, welche er in der Lehre von den mehrbasischen Säuren davon macht, von vielen und bedeutenden Chemikern noch bestritten wird.

Liebig. Theoretische Ansichten über die Säuren.

Von anderen theoretischen Leistungen Liebig's muß hier noch der Ansichten erwähnt werden, welche er über die Gährung und die damit verwandten Erscheinungen aufstellte. Die Theorie für die geistige Gährung des Zuckers und für die Essigbildung hatte er schon früher bearbeitet; besonders vollständig entwickelte er diese von 1839 an, seine Erklärungen vorzüglich auf einen bis dahin in der Chemie noch nicht beachteten, jedoch auch jetzt noch von Mehreren bestrittenen Satz stützend, daß nämlich chemische Action, das Eintreten von Zersetzung oder das Eingehen in eine Verbindung, für einen Körper dadurch eingeleitet werden kann, daß er sich mit einem andern, in Zersetzung begriffenen oder für sich schon des Eingehens in die Verbindung fähigen, Körper in Berührung befindet.

Andere theoretische Untersuchungen.

Liebig.

Das Vorstehende reicht hin, den wichtigen Einfluß zu bezeichnen, welchen Liebig auf die allgemeinsten Theile der theoretischen Chemie schon ausgeübt hat. Viele andere theoretische Untersuchungen desselben, von weniger allgemeiner Bedeutung als die erwähnten, mögen hier übergangen werden; zum Theil werde ich sie noch berühren bei der weiter unten in abgesonderter Darstellung zu entwickelnden Betrachtung, welchen Antheil er an der Theorie der organischen Chemie im Allgemeinen, an der Lehre von den organischen Radicalen, genommen hat.

Physiologisch-chemische Untersuchungen.

Liebig's Leistungen beschränkten sich nicht auf die Chemie im engern Sinn; seine darin erlangten Kenntnisse, seine Fähigkeit, einzelne Erfahrungen unter allgemeine Erklärungen zusammenzufassen, leiteten ihn dazu, die Chemie auch zur Auffassung der Erscheinungen anzuwenden, welche anderen Wissenschaften als abgesonderte Gegenstände zugetheilt sind. Die Anwendung der Chemie zur Beantwortung physiologischer Fragen war es besonders, welche ihn von 1839 an beschäftigte. In den Erscheinungen des Pflanzenlebens, in den Vorgängen des thierischen Organismus die Erscheinungen zu bestimmen, welche auf chemischer Action beruhen, und die Anwendbarkeit der Chemie zur Erklärung dieser Vorgänge und Erscheinungen nachzuweisen, war eine Aufgabe, deren Lösung anzuregen sein Combinationsvermögen, seine Kenntniß der Wirksamkeit chemischer Kräfte, besonders berufen war. Er suchte das Materielle in den Bedingungen zu ermitteln, welche zu der Entwicklung der Pflanzen nothwendig sind, und zu erforschen, in welchen Verbindungen diejenigen Substanzen den Pflanzen dargeboten werden müssen, durch deren Aufnahme diese sich entwickeln; er suchte die Resultate dieser Untersuchungen mit den Ergebnissen in Zusammenhang zu bringen, welche die Empirie bei dem Ackerbau, bei der Cultur der Pflanzen überhaupt dargethan hat; er suchte den Erfahrungen der Agricultur auf diese Art theoretische Grundlagen zu bereiten, welche dann auf jenen Gewerbszweig fördernd rückwirken könnten, die Unternehmungen darin von einem bloßen Probiren zu einem Ausführen der Folgerungen, welche sich aus constatirten Fundamentalsätzen ableiten, erhebend. Den Einfluß, welchen die verschiedenen landwirthschaftlichen Operationen auf den Boden, die Wirkung, welche die Zusammensetzung des Bodens auf das Gedeihen der verschiedenen Pflanzen ausübt, suchte er genauer nachzuweisen, und für die zahlreichen einzelnen Beobachtungen, welche zer-

Liebig.
Physiologisch-chemische Untersuchungen.

streut vorlagen und die er durch neue vermehrte, allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen. Dieselbe Untersuchungsweise dehnte er zugleich auf die Thierphysiologie aus, und suchte die Entstehung der Gebilde des Körpers aus den Bestandtheilen der Nahrungsmittel, die Umwandlung, welche die letzteren bei ihrem Uebergang in die ersteren erleiden, den Antheil, welchen die Nahrung an den Lebensfunctionen, der Respiration z. B., hat, den Zusammenhang zwischen dem Stoffwechsel und der Krafterzeugung u. s. w. nach chemischen Grundsätzen zu erklären. Ich kann hier auf eine vollständige Darlegung des von ihm in diesen Beziehungen Geleisteten ebenso wenig eingehen, als auf eine Besprechung, welche Autorität seinen Ansichten beigelegt wird. Den neuesten Entwicklungen der Wissenschaft angehörig, sind diese Arbeiten noch der Gegenstand der verschiedenartigsten und oft heftigen Discussionen. Wie alle Arbeiten, welche eine neue Richtung begründen, sind auch diese von Liebig theils als nur schon Vorgebrachtes aufwärmend von einzelnen Gelehrten der Wissenschaften, auf welche hier eine Anwendung der Chemie versucht wurde, zurückgewiesen, — von anderen als eine totale Reform der Thier- und Pflanzenphysiologie bringend enthusiastisch aufgenommen worden. Wie alle solche Arbeiten werden auch diese hartnäckig bekämpft, — theils durch Bestreitung einzelner ihnen angehöriger Gegenstände, deren bessere Erklärung nach anderen Grundsätzen behauptet wird — theils in ihrem Ganzen, als zu ausschließlich die Chemie zur Schiedsrichterin in physiologischen Fragen erhebend. Es gilt auch für diese Arbeiten, was die Geschichte für alle nachweis't, welche eine neue Richtung einleiten: daß sie stets in möglichster Umfassendheit aufgestellt werden müssen, damit längere Prüfung und der Conflict mit entgegengesetzten Meinungen die richtigen Grenzen kennen lehren, in welchen die dabei als hauptsächlichste Führerin gewählte Wissenschaft ihren Einfluß auf die anderen ausüben darf; daß die heftigsten Bekämpfungen, und die Verwerfung des Ganzen, von Denen ausgeht, welche in der Widerlegung von Einzelnheiten ein Zurückweisen der ganzen Richtung erblicken, welche vergessen, daß der Werth einer Methode sich erst allmälig bewähren kann und daß eine neue Methode richtig sein kann, wenn sie auch Einzelnheiten nach den bisher unvollständig vorliegenden Materialien unrichtig, aber mit sich selbst consequent, erklärt; daß eine solche Methode nicht deßhalb geradezu verworfen werden darf, sondern daß sie zur berichtigten Erklärung solcher Einzelnheiten selbst die Anregung giebt.

Liebig. Wir haben in dem Vorhergehenden eine Uebersicht von Liebig's Forschungen zu geben versucht, zu deren Vervollständigung wir sogleich noch Einiges hinzuzufügen haben. — Sein Einfluß auf das Fortschreiten der Chemie wurde aber noch vergrößert durch seine Wirksamkeit als Kritiker, wo er, auf vielfache eigene Controlarbeiten gestützt, die Angabe der Thatsachen zuverlässiger werden ließ und falschen Richtungen wehrte; besonders aber noch durch seine Thätigkeit als Lehrer, wo er an einer großen Zahl wichtiger Untersuchungen, die unter seinen Augen von jüngeren Chemikern ausgeführt wurden, den größten Antheil hat. — Es bleibt noch übrig, seine Wirksamkeit als Schriftsteller zu betrachten.

Schriften. Die Resultate seiner Untersuchungen legte er nieder in zahlreichen Abhandlungen, welche sich in Kastner's (1824 begonnenem) Archiv für die gesammte Naturlehre, in Schweigger's Journal der Chemie und Physik, in Poggendorff's Annalen, den Annales de chimie et de physique, dem Journal de chimie médicale, den Comptes rendus der Pariser Akademie u. a. finden, besonders aber in der jetzt als Annalen der Chemie und Pharmacie herauskommenden Zeitschrift (als Magazin der Pharmacie 1823 von Hänle gegründet, seit 1824 von Geiger fortgesetzt, mit welchem sich Liebig 1831 zur Redaction dieses Journals vereinigte, das seit 1832 als Annalen der Pharmacie, seit 1840 als Annalen der Chemie und Pharmacie erschien, und nach Geiger's Tode [1836] theils von Liebig allein, theils von ihm in Gemeinschaft mit anderen Chemikern, seit 1838 mit Wöhler, redigirt wurde). — Von selbstständigen Schriften publicirte Liebig eine Bearbeitung von Geiger's »Handbuch der Pharmacie« (seit 1836); von dem allgemein theoretischen Theil dieses Buchs erschien eine französische Uebersetzung (Introduction à l'étude de la Chimie) 1837; die Abtheilung über die organischen Verbindungen (auch selbstständig als »organische Chemie« seit 1839 ausgegeben) wurde gleichfalls in das Französische (Traité de Chimie organique, 1840) und Englische (in Liebig's und Gregory's gemeinschaftlicher Bearbeitung von Turner's Elements of Chemistry, 1840) übersetzt. In Gemeinschaft mit Poggendorff und Wöhler giebt Liebig seit 1837 das »Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie« heraus; einzelne seiner Arbeiten hierfür erschienen auch selbstständig, so 1837 seine »Anleitung zur Analyse organischer Körper«. Eine Uebersetzung von Gay-Lussac's Probirverfahren: »Vollständiger Unterricht

über das Verfahren, Silber auf nassem Wege zu probiren«, gab er 1833 heraus. Seine physiologisch-chemischen Ansichten faßte er zusammen in den Schriften: »die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie« (1840) und »die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie« 1842, deren Verbreitung zahlreiche deutsche Auflagen und Uebersetzungen in die französische und englische Sprache bezeugen. Liebig. Schriften.

Wir haben die Besprechung einer der wichtigsten Leistungen Liebig's bis hierher verschoben, um an sie die Betrachtung des Folgenden anzuknüpfen. Es ist dies der Antheil, welchen er an der Entwicklung der Lehre von den organischen Radicalen hat. Zu den vorzüglichsten Vertheidigern der Ansicht gehörte er stets, daß die organischen Verbindungen als solche betrachtet werden müssen, in welchen zusammengesetzte Stoffe sich wie einfache verhalten und mit Sauerstoff zu Oxyden, mit Wasserstoff zu Wasserstoffsäuren u. s. w. verbunden sind, welche Verbindungen dann noch weiter sich mit anderen, mit Wasser, mit anderen organischen Stoffen z. B., vereinigen können den Gesetzen gemäß, nach welchen sich die Zusammensetzung der einfacheren und complicirteren unorganischen Verbindungen regelt. Um an die Arbeiten zu erinnern, welche vorzugsweise zur Anerkennung dieser Ansichten durch die meisten Chemiker hinführten, mögen folgende hervorgehoben werden. Liebig zählt zu den ersten Begründern der Betrachtungsweise, wornach der Aether als das Oxyd eines Kohlenwasserstoffes, welcher sich wie ein elektropositives Element verhält, anzusehen ist, und wornach der Alkohol das Hydrat dieses Oxyds, die verschiedenen Aetherarten die salzartigen Verbindungen desselben sind; welche Betrachtungsweise er namentlich 1835 gegen die ihr von anderen Chemikern vorgezogenen, wornach Aether und Alkohol als verschiedene Hydrate eines Kohlenwasserstoffs, oder auch als Oxyde ganz verschiedener Radicale anzusehen seien, vertheidigte, und welcher von dieser Zeit an die meisten Gelehrten beigetreten sind. Die Lehre von den organischen Radicalen in dieser Weise aufgefaßt, wurde von keinem Chemiker allgemeiner durchzuführen gesucht, als von Liebig Dumas trat ihm 1837 bei, und erklärte mit ihm die Eigenthümlichkeit der organischen Verbindungen als nur darauf beruhend, daß in ihnen sich zerlegbare Substanzen gerade so verhalten, wie in den unorganischen die Elemente; Liebig indeß hat am meisten dafür gethan, in den verschiedenen Theorie der organischen Radicale.

Liebig. Theorie der organischen Radicale.

Gruppen von organischen Substanzen die Verbindung zu bestimmen, welche als Radical in ihnen anzunehmen ist, und alle Stoffe der organischen Chemie als Verbindungen verhältnißmäßig weniger Radicale zu klassificiren. Ohne für alle seine hierhergehörigen Arbeiten eine Uebersicht geben zu wollen, heben wir nur einzelne derjenigen Untersuchungen hervor, welche vorzüglich zu der Annahme zusammengesetzter organischer Radicale geleitet haben; zu diesen Untersuchungen gehören namentlich die von Liebig mit Wöhler gemeinschaftlich angestellten, und es bildet die Besprechung derselben den Uebergang zu der Betrachtung der Leistungen des letztern Chemikers.

Liebig's und Wöhler's gemeinschaftliche Arbeiten.

Die gemeinschaftlichen Arbeiten dieser beiden Gelehrten, welche sich über eine längere Reihe von Jahren erstrecken, haben die organische Chemie mit den wichtigsten Resultaten bereichert; für die Theorie derselben sind einzelne wahrhaft Epoche machend gewesen. Von diesen Arbeiten erwähne ich zuerst der über Cyansäure (1830), einen Gegenstand, welchen zu untersuchen beide Chemiker durch eigene frühere Forschungen näher veranlaßt waren. Bereits 1822 hatte Wöhler die Existenz einer sauren Verbindung des Cyans mit dem Sauerstoff nachgewiesen und ihre Zusammensetzung bestimmt; 1824 fanden aber Liebig und Gay-Lussac für die Zusammensetzung einer andern Säure, der Knallsäure, mit den von Wöhler für die Cyansäure angegebenen ganz identische Resultate. Es schien damals noch Gleichheit der Zusammensetzung mit Verschiedenheit der chemischen Eigenschaften unverträglich; noch andere Punkte kamen hinzu, die Kenntnisse über die Natur der Verbindungen von Cyan mit Sauerstoff zweifelhaft zu machen; es wurden Angaben über verschiedene Verbindungen der Art gemacht, deren Entstehung aus der bekannten Zusammensetzung der stickstoffhaltigen Substanzen, welche sie hervorbringen, nicht einzusehen war. Liebig und Wöhler unternahmen 1830 die Untersuchung dieses Gegenstandes, und die Vollständigkeit der Resultate ebenso, wie die Schwierigkeit der Arbeit, machten diese zu der wichtigsten jener Zeit. Die Zusammensetzung der verschiedenen Säuren des Cyans, ihre Bildung und ihre Verbindungsverhältnisse, die Uebergänge einer von ihnen in die andere wurden auf das genaueste ermittelt; für den empirischen Theil der organischen Chemie waren die Ergebnisse ebenso wichtig, als für den theoretischen, wo sie besondere Bedeutsamkeit für die Lehre von den isomeren Zuständen erlangten. Einzelne andere Entdeckungen waren dabei noch ein-

begriffen, so z. B. die des Cyansäureäthers. — Andere gemeinschaftliche Untersuchungen fallen in dieselbe Zeit, so noch für 1830 die der Honigsteinsäure, für deren Zusammensetzung sie die Abwesenheit des Wasserstoffs darthaten. — Von den Arbeiten der folgenden Zeit erwähne ich zunächst nur der über die Weinschwefelsäure (1831); — bald darauf, 1832, publicirten sie die Untersuchung über das Bittermandelöl, die Benzoësäure und die hiermit in Zusammenhang stehenden Verbindungen. Eine Menge der wichtigsten neuen Körper entdeckten sie hier, und untersuchten sie mit solcher Genauigkeit, daß über das Theoretische hinsichtlich ihrer Entstehung kein Zweifel blieb; daß es als ausgemacht zu betrachten war, es sei diese große Anzahl von neuen Substanzen, welche sie hier bearbeiteten, nichts anderes, als Verbindungen von Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Brom u. s. w. mit einem zusammengesetzten Radical, das sich ganz wie ein elementarer Körper verhält, mit dem Benzoyl nämlich, welches aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt ist. Diese Arbeit war es vorzüglich, welche den Beweis für die Existenz zusammengesetzter Radicale führte, deren Zahl bis dahin noch sehr beschränkt war; dem Ammonium, dem Cyan und dem Schwefelcyan reihte sich das Benzoyl an, und die Arbeit, deren Resultate zur Annahme des Benzoyls als eines solchen, wenn auch nicht isolirt darstellbaren, Radicals geführt hatten, wurde zum Vorbild für alle ähnlichen Untersuchungen in der organischen Chemie.

Liebig's und Wöhler's gemeinschaftliche Arbeiten.

An diese Arbeit über die Benzoylverbindungen reihte sich (1837) Wöhler's und Liebig's gemeinschaftliche Forschung über die Entstehung des Bittermandelöls aus Amygdalin; sie untersuchten die Zusammensetzung des letztern Stoffs genauer, seine Veränderung durch Alkalien zu Amygdalinsäure, und zu Bittermandelöl durch den eiweißartigen Stoff, der gleichfalls in den Mandeln enthalten ist. In demselben Jahre publicirten sie ihre Untersuchung über die Metamorphosen der Harnsäure unter dem Einfluß oxydirender Reagentien, eine Arbeit, welcher in Beziehung auf den Reichthum an neu entdeckten und genau untersuchten Verbindungen die Geschichte der organischen Chemie keine gleiche an die Seite zu setzen hat. Die Entdeckung der künstlichen Darstellung von Allantoin, des Alloxantins, des Alloxans, die Untersuchung der Verbindungs- und Zersetzungsproducte dieser Körper bereicherten die organische Chemie mit einer Menge von Thatsachen, welche — weit entfernt, das Studium dieser Wissenschaft

durch die vermehrte Reichhaltigkeit des empirisch Erkannten zu erschweren — in der geordneten Uebersicht und dem naturgemäßen theoretischen Zusammenhang, welchen die genauen Forschungen der beiden Chemiker dafür darthaten, sogleich zu den faßlicheren und befriedigenderen Partien der organischen Chemie gehörten.

Wöhler's und Liebig's gemeinschaftliche Schriften.

Solche Untersuchungen machten das Zusammenwirken Liebig's und Wöhler's zu den fruchtbringendsten Ereignissen, deren sich die organische Chemie in der letztern Zeit zu erfreuen hatte. Die Ergebnisse ihrer gemeinschaftlichen Forschungen machten sie bekannt in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, in den Göttinger gelehrten Anzeigen, in den Annalen der Chemie und Pharmacie, zu deren Herausgabe sich Wöhler mit Liebig von 1838 an vereinigte, u. a. — Gemeinschaftlich auch noch arbeiten sie an dem Handwörterbuch der Chemie, dessen Redaction Wöhler von 1840 an beitrat.

In dem Vorhergehenden haben wir bereits einige Arbeiten des Chemikers kennen gelernt, der neben dem eben Besprochenen in der Gegenwart vorzüglich eine selbstständige Richtung in den rein chemischen Forschungen vertritt, und dessen Entdeckungen uns Anlaß geben, mit der Besprechung seiner Leistungen die Betrachtung der ausgezeichnetsten Repräsentanten der Chemie zu schließen. In denjenigen Arbeiten Wöhler's,

Wöhler.

welche er allein durchführte, macht sich dieselbe Schärfe der Untersuchung, dasselbe Beobachtungstalent bemerkbar, wie in denen, wozu er sich mit Liebig vereinigte. Zu der Angabe von Wöhler's Verdiensten um die Chemie wenden wir uns jetzt.

Leben.

Friedrich Wöhler ist 1800 in dem kurhessischen Dorfe Eschersheim, nahe bei Frankfurt a. M., geboren, wo sein Vater ein Landgut bewirthschaftete. In dem nahegelegenen Städtchen Rödelheim, wohin dieser bald darauf übersiedelte, erhielt Wöhler von ihm selbst und in der dortigen Schule den ersten Unterricht. Damals bereits trat seine Neigung zum Experimentiren und zum Sammeln von Naturkörpern entschieden hervor; es fand diese noch mehr Anregung, als 1812 seine Familie nach Frankfurt zog, wo er nun das Gymnasium besuchte. Die Naturwissenschaften zogen ihn hier vorzüglich an, das Sammeln von Mineralien, das Anstellen chemischer und physikalischer Experimente beschäftigte ihn vielfach, und einen

besondern Einfluß übte auf seine Richtung der Umgang mit einem Frankfurter Privatgelehrten, Dr Buch, aus, der durch Mittheilung seiner gediegenen Kenntnisse und wissenschaftlichen Hülfsmittel Wöhler's Neigung möglichst förderte. Eine gemeinschaftliche Arbeit mit diesem, über den Selengehalt des Kraslitzer Eisenkieses, führte Wöhler's Namen zuerst in die Literatur unserer Wissenschaft ein. 1820 bezog Wöhler die Universität Marburg, um Medicin zu studiren; auch hier setzte er die chemischen Studien privatim eifrig fort, und namentlich mit der Untersuchung der Cyanverbindungen beschäftigte er sich schon damals. 1821 zog er nach Heidelberg über, wo er durch L. Gmelin die thätigste und freundschaftlichste Aufmunterung zur Verfolgung seiner Richtung erhielt. L. Gmelin war es auch, der Wöhler besonders bestimmte, als dieser 1823 zu Heidelberg den Doctorsgrad in der Medicin erlangt hatte, von seinem Vorsatz, praktischer Arzt zu werden, abzugehen und sich ganz der Chemie zu widmen. Zur weitern Ausbildung hierin wandte sich Wöhler an Berzelius, welcher ihm seinen Unterricht gestattete; in des Letztern Laboratorium arbeitete er vom Herbst 1823 bis in die Mitte des Jahres 1824. Vor seiner Rückkehr nach Deutschland begleitete Wöhler noch Berzelius und Al. und Ad. Brogniart auf einer wissenschaftlichen Reise durch Schweden und Norwegen, welche ihn mit vielen Naturforschern in persönliche Berührung brachte. Im Herbst 1824 kam Wöhler nach Deutschland zurück; sein nächster Plan, als Docent sich in Heidelberg niederzulassen, wurde bald beseitigt durch eine Berufung als Lehrer der Chemie an die neu errichtete städtische Gewerbsschule zu Berlin. Er folgte diesem Antrag im Frühling 1825, und blieb zu Berlin bis 1832, wo ihn Familienverhältnisse veranlaßten, Cassel als Wohnort zu nehmen. Hier lebte er einige Zeit ohne amtliche Beschäftigung, allein bald wurde er an der eben gegründeten höheren Gewerbsschule zum Lehrer der Chemie und zum Mitglied der Direction dieser Anstalt ernannt. Diesen Wirkungskreis in Cassel vertauschte er 1836 mit der Professur der Chemie in Göttingen, wo er zugleich als Generalinspector der Apotheken im Königreich Hannover thätig ist.

Wöhler. Leben.

Von Wöhler's Leistungen in der Chemie habe ich bereits die mit Liebig gemeinschaftlichen besprochen; in der Weise, wie diese Untersuchungen ausgeführt wurden, lag eine der wesentlichsten Garantien ihrer Zu-

Chemische Leistungen.

Wöhler. Chemische Leistungen.

verlässigkeit und Gründlichkeit, da verhältnißmäßig wenig daran nur bei persönlichem Zusammensein gearbeitet werden konnte, sondern meist beide getrennt von einander forschten, ihre Resultate aber beständig sich mittheilten. Diese Untersuchungen waren für unsere Wissenschaft die erfreulichen Erfolge der innigen Freundschaft, welche jene beiden Gelehrten seit ihrem ersten Zusammentreffen, 1825, verband.

In der organischen Chemie.

Von Wöhler's anderen Arbeiten hebe ich zuerst hervor die in der organischen Chemie. Seine Untersuchungen über das Cyan und dessen Verbindungen brachten 1821 die Resultate über Schwefelblausäure, Jodcyan u. a., 1822 die erste Beweisführung, daß die Cyansäure existirt, 1824 die Entdeckung einer eigenthümlichen Verbindung des Cyans mit Schwefelwasserstoff u. a., und beschäftigten ihn wiederholt bis 1830, wo er sich dann mit Liebig zu der schon erwähnten Arbeit über diesen Gegenstand vereinigte. Von besonderer Wichtigkeit für die organische Chemie war seine Entdeckung (1828) der künstlichen Darstellung des Harnstoffs. Es war dies das erste Beispiel, daß eine organische Substanz durch chemische Mittel allein aus unorganischen Stoffen hervorgebracht werden kann; es vernichtete diese Entdeckung den bisher zwischen den organischen und unorganischen Körpern angenommenen Unterschied, daß nämlich die ersteren nur unter dem Einfluß der vegetabilischen oder thierischen Lebenskraft entstehen, während nur die letzteren durch Kunst darstellbar seien.

Andere bedeutende Arbeiten Wöhler's in diesem Theile der Chemie sind noch die über die Honigsteinsäure, welche er bereits 1826 begann, und zu denen er wiederholt zurückgekehrt ist, wie er z. B. noch 1840 die Zersetzungsproducte des honigsteinsauren Ammoniaks und die Darstellung interessanter neuer Substanzen kennen lehrte; die Arbeit über das Verhalten organischsaurer Silbersalze beim Erhitzen in Wasserstoffgas, wo er das Silberoxydul entdeckte, u. a. Die weitere Aufzählung hierher gehöriger Untersuchungen setze ich nicht weiter fort, da ihre Anzahl zu groß ist, als daß Vollständigkeit hier beabsichtigt werden könnte, und außerdem für die meisten ein weitläufigeres Eingehen in die Sache nöthig wäre, um ihre Wichtigkeit für einzelne Theile der organischen Chemie nachzuweisen.

In der physiologischen Chemie.

Für die physiologische Chemie hat Wöhler besonders früher einzelne wichtige Untersuchungen angestellt, zu der Zeit, als ihm der Umgang mit L. Gmelin und des Letztern ausgezeichnete Arbeiten mit Tiedemann nähere Veranlassung dazu boten. Ich erwähne hier der Arbeit über die

Secretion von Materien, die der thierischen Oekonomie fremd sind und in den Körper gebracht werden, durch den Harn (1823), welche als Preisschrift von der medicinischen Facultät zu Heidelberg gekrönt wurde. Er entdeckte hier namentlich die Umwandlung neutraler organischsaurer Salze in kohlensaure Alkalien durch den Assimilationsproceß.

Wöhler. Chemische Leistungen. In der physiologischen Chemie.

Auch für die theoretische Chemie sind aus Wöhler's Beobachtungen wichtige Beiträge hervorgegangen; wir erwähnen hier derjenigen, welche mit der Lehre vom Dimorphismus im Zusammenhange stehen. So bekräftigte er 1832 diese Lehre durch seine Arbeit über den Dimorphismus der arsenigen Säure und des Antimonoxyds, welche beide zwei verschiedene Gestalten annehmen können, die aber für die beiden Körper dieselben sind, und lehrte so ein Beispiel kennen, wo von zwei Substanzen jede dimorph, und doch beide unter sich isomorph sind. 1841 machte er die wichtige Entdeckung, daß dimorphe Körper, einmal im amorphen, das anderemal im krystallisirten Zustand genommen, eine Verschiedenheit des Schmelzpunktes zeigen.

Für die theoretische Chemie.

Auch in der unorganischen Chemie haben Wöhler's Untersuchungen viele wichtige Thatsachen kennen gelehrt. Eine große Zahl von Mineralanalysen, von Verbesserungen in der Methode, diese durchzuführen, von Darstellungsweisen bisher unbekannter oder schwierig zu erhaltender Substanzen, erinnern hier stets an seine Leistungen. Besonders wichtig war z. B. seine Verbesserung in der Bereitung des Kaliums (1823), die Untersuchung der Wolframverbindungen (1824), die Darstellung verschiedener Metalle der Erden, wie z. B. des Aluminiums (1827), des Beryliums und Yttriums (1828), u. a.

In der unorganischen Chemie.

Die Anwendung der Chemie auf die Technik ist gleichfalls durch Wöhler gefördert worden; seine Stellung in den verschiedenen Lehrämtern leitete ihn zu näherem Studium der mit der Chemie zusammenhängenden Gewerbe, und er machte sich damit noch vertrauter durch Reisen in Frankreich (1833) und England (1835). Viele Angaben von ihm über die Darstellung solcher chemischer Präparate, welche technische Benutzung finden, sind von der größten Wichtigkeit geworden; ich erinnere hier nur an seine Bemühungen, aus den Nickelerzen arsenikfreies Metall zu erhalten; diesem Gewerbszweig gab er namentlich während seines Aufenthaltes in Kurhessen größeren Aufschwung, wo man bei allem Reichthum an solchen Erzen sie erst durch ihn gehörig nützen lernte.

In der technischen Chemie.

Wöhler. Weiteres Verdienst um unsere Wissenschaft erwarb sich Wöhler noch als Lehrer, und viele Arbeiten wurden unter seiner Leitung von Anderen ausgeführt. — Schriften. Seine schriftstellerischen Leistungen umfassen eine große Anzahl Abhandlungen in Gilbert's und in Poggendorff's Annalen, den Annalen der Chemie und Pharmacie, dem Journal für praktische Chemie, den Göttinger gelehrten Anzeigen, den Denkschriften der Stockholmer Akademie, Tiedemann's Zeitschrift für Physiologie u. a. — Von selbstständigen Werken schrieb er den »Grundriß der Chemie«, dessen unorganischer Theil zuerst 1831, ohne den Namen des Verfassers, erschien, und der in schnell sich folgenden Auflagen (7te 1843) rasche Verbreitung fand. Dieses Lehrbuch ist zweimal in's Schwedische und auch in's Dänische übersetzt. Der organische Theil dieses Werkes erschien zuerst 1840 (3te Auflage 1843). Seiner mit Liebig gemeinschaftlichen literarischen Arbeiten habe ich bereits erwähnt. Um die chemsiche Literatur Deutschlands erwarb sich Wöhler noch durch die Herausgabe schwedischer Werke in unserer Sprache, wie Hisinger's mineralogischer Geographie von Schweden (1826), Berzelius' Lehrbuch der Chemie (von 1825 an) und Berzelius' Jahresbericht (von 1825 an), große Verdienste.

Uebergang zu den Schlußbetrachtungen. In den eben betrachteten Chemikern haben wir die Vertreter derjenigen Richtung kennen gelernt, welche zuletzt in der Chemie geltend gemacht wurde und bereits ihre vollkommene Anerkennung gefunden hat. Das Studium der organischen Verbindungen ist unter den bereits begründeten Richtungen diejenige, welcher die meisten Kräfte unserer Zeit sich zuwenden; es ist die neueste unter ihnen und die am meisten bearbeitete. Wir haben der wichtigsten unter den verschiedenartigen Auffassungsweisen erwähnt, nach welchen man das Studium der organischen Verbindungen durchzuführen sucht, und über einige der hauptsächlichsten Anwendungen berichtet, zu denen man sich durch die bereits erlangte Erkenntniß berechtigt glaubt. Bei dem Eifer, womit die organischen Verbindungen untersucht werden, ist jedoch die Bearbeitung der anderen Richtungen, welche sich für die chemische Forschung fruchtbringend erwiesen, nicht vernachlässigt worden; es konnten aber diese Richtungen für die letzte Zeit nicht mehr besonders besprochen werden, da wir uns hier damit begnügen mußten, ihre Entwicklung nur soweit zu schildern, bis sie in der Chemie anerkannt sind und bis der Gang

der Untersuchung im Allgemeinen festgestellt ist, nach welchem dann die einzelnen Zweige einer solchen Richtung gleichmäßig zu bearbeiten sind. Alle Richtungen, welche wir in diesem Zeitalter auftreten sahen, erfahren noch Erweiterung und weitere Ausbildung. Die quantitative Untersuchungsweise dehnt sich von der Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse für alle Substanzen und der Volumverhältnisse für gasförmige Körper auch auf die Betrachtung aus, nach welchen Volumverhältnissen sich feste oder flüssige Körper zu chemischen Verbindungen vereinigen, und nach welchen Raumverhältnissen die Bestandtheile in einer nicht gasförmigen Verbindung enthalten sind. Die analytische Chemie gewinnt an Sicherheit und Genauigkeit; die empirische Kenntniß der Zusammensetzung wird für eine immer wachsende Anzahl von Substanzen und mit immer größerer Genauigkeit ermittelt; neue einfache Körper werden hin und wieder entdeckt, ihre Verbindungen und die der schon länger bekannten Stoffe genauer untersucht. Im Zusammenhang hiermit wird darnach gestrebt, die Atomgewichte der einfachen Körper, die Atomconstitution der Verbindungen mit mehr Sicherheit festzustellen, und zugleich den Zusammenhang zwischen der atomistischen Constitution und den physikalischen Eigenschaften zu erforschen. Für die mineralogische Chemie, die pharmaceutische, die technische ergeben sich wichtige Erweiterungen; die elektrochemischen Untersuchungen werden stets noch mit Ausdauer verfolgt. — So sehen wir in der Gegenwart die verschiedenartigsten Richtungen bearbeitet, und zugleich das ernstliche Bestreben, alle Richtungen in Zusammenhang unter sich zu bringen, und durch die Aufstellung allgemeinerer Gesichtspunkte der Zersplitterung vorzubeugen, welche bei nur empirischem Forschen sich zuletzt durch das Anhäufen einer allzugroßen Menge von Thatsachen für jede einzelne Richtung ergeben könnte. Es ist diese allgemeine Geschichte der Chemie nicht der Ort, die Leistungen der gegenwärtigen Zeit ausführlicher zu erörtern, und die Zusammenfassung unserer jetzigen Kenntnisse und die Berichterstattung über die Arbeiten, welche jetzt an der Tagesordnung sind, kann nicht historisch gegeben werden. Wohl aber können wir die Erkenntniß über die früheren Richtungen mit der Betrachtung der jetzt sich äußernden in der Art in Zusammenhang bringen, daß wir untersuchen, in welchem Verhältniß der gegenwärtige Zustand der Chemie zu dem jener Zeit steht, wo das Zeitalter eingeleitet wurde, als dessen Angehörige wir uns noch bekennen; daß wir untersuchen, ob jetzt vielleicht schon Andeutungen vorliegen, die

Uebergang zu den Schlußbetrachtungen.

Uebergang zu den Schlußbetrachtungen.

auf eine Aenderung des Totalzustandes der Chemie, auf den Eintritt eines neuen Zeitalters hinweisen. Keine Untersuchung erscheint geeigneter, die allgemeine Geschichte der Chemie zu schließen, als diese, welche in der Betrachtung der Gegenwart eine Vorstellung über die Zukunft unserer Wissenschaft zu geben sucht, und zu der wir jetzt übergehen wollen.

Schlußbetrachtungen.

Wir haben in dem Vorhergehenden die allgemeine Geschichte der Chemie bis zur Gegenwart herangeführt, — zu weit, als daß nicht die Berichterstattung über die zuletzt verflossenen Jahre sehr unvollständig sein sollte — weit genug andererseits, um zu einigen Betrachtungen übergehen zu können, welche vielleicht einem bessern Verständniß des Zustandes der Chemie in unserer Zeit nicht im Wege stehen, obschon sich aus ihnen keine positiven historischen Resultate ergeben. Schlußbetrachtungen.

Wenn man die Entwicklung der chemischen Kenntnisse während des Zeitraums überdenkt, für welchen die historischen Nachrichten uns eine deutliche Einsicht gestatten, wenn man zusieht, wie im Anfange desselben die Perioden, innerhalb deren die Chemie Einem Ziele rastlos nachstrebt, hunderte von Jahren umfassen, wie aber mit dem Fortschreiten der Wissenschaft stets die Dauer der Zeitalter kürzer wird, und in immer schnellerer Aufeinanderfolge einflußreiche Richtungen wechseln, deren jede einen besondern Abschnitt in der Geschichte der Chemie charakterisirt — so drängt sich unwillkürlich die Frage auf, wann wohl Unser Zeitalter endigt, und welche Umstände eintreten müssen, um ein neues datiren zu lassen. In rasch abnehmender Zeitdauer sehen wir die ältere Geschichte der Chemie, das Zeitalter der Alchemie, der medicinischen Chemie und der phlogistischen Theorie vorübergehen; das Zeitalter der quantitativen Untersuchungen dauert fast schon so viele Jahre, als das phlogistische System von seiner Begründung an bis zu seiner ernstlichen Bekämpfung aufzuweisen hat. Siebzig Jahre folgt die Chemie der Richtung, die ihr von Lavoisier vorgezeichnet worden ist, beschäftigt sie sich mit der Ausbildung der Untersuchungsweise, welche er in unsere Wissenschaft eingeführt hat, und bereichert sie die Erkenntniß mit den Entdeckungen, welche als die nothwendigen Folgen dieser Untersuchungsweise wir oben nachgewiesen haben. Inwiefern gehören Wir noch dem Zeitalter an, welches Lavoisier begründete? auf welche Art wird ein neues Zeitalter an seine Stelle treten? durch Abänderung der leitenden Richtung oder

Schlußbetrachtungen.

durch Hinzukommen einer neuen zu der bisher verfolgten und auch später noch beizubehaltenden?

Solche Fragen liegen nahe, und der menschliche Geist gefällt sich, nicht, ihre Lösung zu versuchen, wohl aber, bei ihrer Betrachtung zu verweilen. Fast blind sind wir ja in Bezug auf das, was uns von einem folgenden Zeitalter unterscheiden wird; denn sähen wir es ein, so wäre ja dieses neue Zeitalter, theilweise wenigstens, schon eingetreten. Doch aber können wir auf die Besprechung eingehen: was hat sich seit Lavoisier's Zeit in der Chemie verändert, und von welchem Einflusse sind die Veränderungen für den Totalzustand der Wissenschaft geworden? deuten diese Veränderungen auf den Eintritt eines neuen Zeitalters hin? leben wir noch in Lavoisier's Zeitalter?

Unverändert beibehalten ist noch der Grundgedanke, auf welchen sich Lavoisier's theoretische Ansichten stützten; noch ist die quantitative Forschungsweise die leitende Richtung, welche alle Chemiker befolgen. Aber mit der vermehrten Anzahl von Thatsachen, welche die fortgesetzte Beschäftigung mit dieser Forschungsweise kennen gelehrt hat, sind nicht allein neue theoretische Ansichten neben die von Lavoisier aufgestellten getreten, sondern mehrere der letzteren sind geradezu umgestoßen worden. Nicht mehr wird die Verbrennung schlechthin als die Vereinigung eines brennbaren Körpers mit Sauerstoff erklärt. Widerlegt ist der Satz, welcher unter Lavoisier's specielleren Ansichten sich am längsten, wenn auch modificirt, im Ansehen erhielt, daß alle Säuren — bestritten ist, daß auch nur die meisten von ihnen — ihre gemeinsame Eigenschaft dem Gehalte an Sauerstoff verdanken; und noch mehrere solcher Theorien ließen sich aufzählen, in Bezug auf welche wir Lavoisier's Meinungen widersprechen. Aber so wenig ein neues Zeitalter für die Chemie aus der Erkenntniß hervorging, daß es nicht der Sauerstoff allein ist, dessen Verbindung mit anderen Körpern die Verbrennungsphänomene zum Vorschein bringt, ebenso wenig wird eine veränderte Ansicht über die Theorie der Säuren ein neues Zeitalter begründen. Darin gerade liegt das Vorzügliche der seit Lavoisier in der Chemie herrschenden Untersuchungsweise, daß der Totalzustand der Chemie nicht mehr von der Annahme oder der Widerlegung Einer Theorie abhängt, wie dies früher der Fall war, wo sich alle chemische Einsicht in Einer Theorie concentrirte. So viele Thatsachen sind jetzt fest begründet, so viele theoretische Ansichten unzweifelhaft der Wahrheit sich nähernd, wenn auch sie noch nicht in ihrem

ganzen Umfange aussprechend, daß in dem theoretischen Theile der Chemie großartige Reformen eintreten können, ohne daß der Totalzustand der Wissenschaft dadurch wesentlich verändert würde. Schlußbetrachtungen.

Es ist also nicht wahrscheinlich, daß ein neues Zeitalter auf den Grund hin eintreten wird, daß die Wissenschaft in dem letztern eine der unserigen conträr entgegengesetzte Ansicht als charakteristisch anerkennt. Dann kann ein neues Zeitalter nur eintreten in der Art, daß zu der wissenschaftlichen Behandlung der Chemie später etwas hinzukommt, über was wir jetzt noch keine deutliche Einsicht haben. Wenn sich das kommende Zeitalter nicht von dem gegenwärtigen durch die Negation einer jetzt anerkannten Ansicht als das wesentlichste Kennzeichen unterscheidet, so muß dieses Kennzeichen in dem Hinzukommen einer Betrachtungsweise bestehen, nach welcher gewisse wissenschaftliche Gegenstände von der Chemie als Hauptsache betrachtet werden, während wir sie jetzt noch gar nicht kennen, oder ihnen nur untergeordnete Berücksichtigung schenken. Das Hinzukommen einer solchen neuen Betrachtungsweise kann in zweierlei Art stattfinden; es kann sich aus der Chemie selbst entwickeln, oder es kann auch aus der Verschmelzung der Chemie mit einer andern Wissenschaft hervorgehen.

Wenn es wahr ist, daß unsere jetzige Untersuchungsweise im Princip nichts Fehlerhaftes enthält, so ist es unwahrscheinlich, daß aus der Chemie selbst die Nothwendigkeit, ein neues Zeitalter zu datiren, entspringen wird. Die Erweiterungen, welche der Chemie allein angehören, werden sich dann als einfache Entwicklungen der auch bisher leitenden Untersuchungsweise darstellen, sie werden das Zeitalter fortführen und verlängern, welches mit der Annahme dieser Untersuchungsmethode begonnen hat. Die Zusätze, welche die Chemie durch solche neue Betrachtungsweisen erhält, können die Erkenntniß einzelner Theile der Chemie vermehren und beträchtlich anders erscheinen lassen, aber den Totalzustand der Chemie verändern sie nicht. Ein Fortschritt wäre es z. B., wenn wir für alle chemischen Verbindungen angeben könnten, nach welchen Raumverhältnissen in ihnen die Bestandtheile enthalten sind, und zwar ein Fortschritt, welcher sich über jeden einzelnen Gegenstand der Chemie verbreiten würde; allein die Wissenschaft würde dadurch keinen andern Charakter annehmen, denn jener Fortschritt wäre lediglich eine weitere Entwicklung der schon bisher zur Führerin angenommenen quantitativen Untersuchungsweise.

Es erscheint sonach weniger in Aussicht stehend, daß ein neues Zeit=

Schlußbetrachtungen.

alter der Chemie durch Wechsel der leitenden Forschungsmethode oder durch Entwicklung einer neuen Betrachtungsweise, die nur aus der Chemie hervorginge, eintreten wird, — als daß vielmehr eine neue Periode der Chemie sich dadurch datiren wird, daß aus einer andern Wissenschaft ihr Gegenstände der Forschung zukommen, daß sie mit einer andern Wissenschaft sich verschmilzt, und das Charakteristische dieser zum Theil annehmend selbst einen andern Charakter erhält. Und Vieles ist vorbereitet, was auf eine solche Verschmelzung der Chemie mit einer andern Wissenschaft hindeutet, was anzeigt, daß sich die Chemie großer Gebiete von Thatsachen, die bisher anderen Wissenschaften zugetheilt waren, zu selbstständiger Bearbeitung bemächtigen wird.

In dem Geist unserer Zeit liegt es, und es ist vielleicht eines der charakteristischen Merkmale der Gegenwart, auf Annäherung der verschiedenen Naturwissenschaften hinzuarbeiten, sie in Zusammenhang zu bringen, die Hülfsmittel der einen für die Forschungen der anderen nutzbar zu machen. Die ausgezeichnetsten Repräsentanten der verschiedenen Naturwissenschaften vertreten jetzt vorzüglich auch die Richtung, von ihrer Disciplin Anwendungen zu machen; sei es auf eine andere Naturwissenschaft, sei es für die Technik und das praktische Leben. Während es früher Polyhistoren gab, welche sich mit verschiedenen Naturwissenschaften zwar beschäftigten, aber in den Kenntnissen einer jeden ein abgeschlossenes Ganzes erblickten, sucht man jetzt das Ineinandergreifen der verschiedenen Fächer zu befördern; die Gelehrten je Eines Fachs suchen denen der anderen Fächer möglichst viele Resultate zur Disposition zu stellen.

Wenn auch ein derartiges Bestreben in früheren Zeiten schon häufig wahrgenommen werden kann, so existirte es doch damals weder in der Stärke, noch in der Art, wie jetzt. Keine Naturwissenschaft konnte je aller anderen ganz entbehren, allein früher suchte jede Disciplin sich die anderen nur unterzuordnen, jede betrachtete die anderen, mit welchen sie Berührungspunkte hatte, als ihr subordinirte Hülfswissenschaften. Von einem eigentlichen Ineinandergreifen zweier Wissenschaften kann aber nur dann die Rede sein, wenn beide selbstständig ausgebildet sind und sich als gleichstehend betrachten; und gerade in der selbstständigen Ausbildung, welche die verschiedenen Fächer der Wissenschaft erlangt haben, suchen sie sich jetzt gegenseitig zu unterstützen.

Der Unterschied zwischen der Benutzung untergeordneter Hülfswissen-

schaften und dem Ineinandergreifen zweier Wissenschaften zeigt sich hauptsächlich in den Folgen, welche daraus für jede Wissenschaft hervorgehen. In dem erstern Fall bleibt der Charakter der Hauptwissenschaft unverändert, nur einige Gegenstände derselben werden von der Hülfswissenschaft aufgeklärt. In dem letztern aber bildet sich eine neue Wissenschaft, welche den Gegenstand und die Betrachtungsweise der beiden Disciplinen, aus deren Ineinandergreifen sie hervorging, in sich vereinigt, welche die Eine dieser Disciplinen sogar ganz als einen speciellen Theil ihres Bereichs in sich aufnehmen kann. Schlußbetrachtungen.

Die Folgen eines solchen Ineinandergreifens haben sich z. B. kundgethan in der Verschmelzung der Astronomie mit der Mathematik, der Physik mit der Mathematik u. a. — Auch für die Chemie bereiten sich solche Verschmelzungen vor.

Täglich nimmt die Chemie an Ausdehnung zu, was die Anwendung ihrer Resultate, ihrer ganzen Forschungsweise für andere Naturwissenschaften angeht. In der animalischen, in der vegetabilischen Physiologie, in der Agricultur, in allen Gewerben gewinnt sie erhöhete Bedeutung; es bilden sich neue Zweige der Chemie, welche ein abgesondertes Studium erheischen, in welchen sich die chemischen Forschungen mit der Bearbeitung der Fragen, die jene Wissenschaften zu beantworten haben, verschmelzen.

Es ist möglich, daß für die eine oder die andere dieser Naturwissenschaften ein neues Zeitalter durch diese Zuhülfeziehung der Chemie hervorgeht, wie z. B. für die Mineralogie ein neues Zeitalter dadurch eingetreten ist. Aber für die Chemie wird die Anerkennung des Werths ihrer Forschungsweise, die Benutzung ihrer Hülfsmittel in diesen Wissenschaften kein neues Zeitalter hervorbringen, so lange die Chemie den Zweck, welcher seit der Mitte des 17. Jahrhunderts als ihr hauptsächlichster aufgefaßt wird, noch ferner anerkennt. Dieser Zweck: die verschiedenen Substanzen zu zerlegen und zusammenzusetzen, diejenigen Erscheinungen an den Körpern kennen zu lernen und zu erklären, welche durch die chemische Affinität bewirkt werden, ist nicht der Zweck der anderen erwähnten Naturwissenschaften, und eine Verschmelzung der Chemie mit ihnen kann deßhalb nie in der Art eintreten, daß der Totalzustand der Chemie dadurch einen andern Charakter annimmt.

Darüber also auch läßt sich nichts entscheiden, durch das Hinzukommen welcher Betrachtungsweise, durch die Verschmelzung mit welcher Wissenschaft

Schlußbetrachtungen.

für die Chemie ein neues Zeitalter eintreten wird. Und die Chemie kann auf viele andere Wissenschaften ihren Einfluß ausüben, ehe ihr jetziger Charakter sich wesentlich verändert. Zu Vieles ist noch zu bearbeiten, und läßt sich voraussichtlich mit der jetzigen Untersuchungsweise weiter ausbilden, als daß diese sobald einer andern weichen wird. So schnell sich die Kenntnisse in der Chemie über einzelne Gegenstände, was Ausdehnung, was Genauigkeit betrifft, ändern und noch lange ändern werden, so unverändert scheint noch für längere Zeit die jetzige Untersuchungsweise die leitende bleiben zu wollen. Wenn wir aber auch jetzt noch keinen Anhaltspunkt zur Vorausbestimmung haben, wann und wie der Gesammtzustand der Chemie eine wesentliche Abänderung erfahren wird, so läßt sich vielleicht mit mehr Sicherheit für einzelne Theile derselben die Aenderung andeuten, welche für sie aus dem Ineinandergreifen mit anderen Wissenschaften hervorgehen kann. Wir wollen hier noch den Einfluß etwas näher besprechen, welcher für den theoretischen Theil der Chemie durch Verschmelzung mit einer Naturwissenschaft statthaben kann, welche in engere Verbindung mit der Chemie tritt, mit der Physik nämlich. Durch die Verschmelzung der Chemie mit dieser Wissenschaft kann eine wesentliche Aenderung in der Art eintreten, wie man das von den Naturwissenschaften im Allgemeinen zu bearbeitende Material den verschiedenen Disciplinen zutheilt, es kann sich der Charakter der Chemie wesentlich dadurch verändern.

Die Wirkungen der chemischen Affinität thun sich kund in dem Auftreten von Körpern mit anderen physikalischen Eigenschaften als vorher; es ist unmöglich, einen Körper nur nach seinen chemischen Eigenschaften zu definiren, wir müssen die physikalischen zu Hülfe nehmen. Lange Zeit bereits steht so die Chemie mit der Physik in Berührung; wir haben in der Einleitung zu dem letzten Zeitalter das Verhältniß beider Wissenschaften zu einander, so weit es zur Schilderung des bisherigen Zustandes der Chemie nöthig war, ausführlicher besprochen.

Niemals war genau die Grenzlinie zu ziehen, welche die Chemie von der Physik trennt. Willkürlich wurde sie angenommen, wie es die Methodik der Darstellung jeder Wissenschaft, die Erleichterung des Studiums einer jeden anzurathen schien. Wenn aber der größere Theil der Eigenschaften, welche als physikalische zu bestimmen der Physik jetzt ganz überlassen ist, von der Chemie als ein ihr angehöriger Gegenstand in Anspruch genommen wird, wenn die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung die

Kenntniß der physikalischen Eigenschaften in sich schließen wird, so erfährt die Chemie eine Erweiterung, die eigentlich keine Anwendung dieser Wissenschaft zu nennen ist, eine Erweiterung, welche mit der Ausdehnung des Gegenstandes der Chemie ihren Charakter wesentlich verändern muß. Schlußbetrachtungen.

Es zeigt sich nicht deutlicher, in welcher Weise einzelne Kapitel aus der Physik in die Chemie herübergetragen werden, als in der Erinnerung, welcher Wissenschaft früher z. B. die Kenntniß des specifischen Gewichts der Körper im Gaszustand angehörte, und welche Wissenschaft sich jetzt damit beschäftigt. Vor vierzig Jahren stand diese Kenntniß mit der Chemie nicht in der geringsten Verbindung; nur für einige permanente Gase führte auch unsere Wissenschaft diese Eigenschaft als Kennzeichen an; die Bestimmung der Dichtigkeit im Dampfzustande, die Kenntniß dieser Eigenschaft für die verschiedenen Substanzen, war ausschließlich der Physik zugetheilt. Jetzt, wo die genaue Kenntniß dieser Eigenschaft als nur von der Ausmittelung der chemischen Zusammensetzung abhängig erkannt ist, gehört dieser ganze Abschnitt der Chemie an; die Physik bekümmert sich nicht mehr darum, für alle verschiedenen Substanzen diese Eigenschaft kennen zu lehren, die Lehre von der Dichtigkeit im Dampfzustande ist in die Chemie übergegangen.

Welche Ausdehnung wird die Chemie erhalten, wenn noch so viele andere physikalische Eigenschaften als in ihr Gebiet gehörig, als durch die chemische Zusammensetzung gegeben, anerkannt werden? Die Lehre von der Krystallgestalt ist mit der Erkenntniß der chemischen Zusammensetzung auf's engste verknüpft worden. Versuche sind gemacht, die Kenntniß der Dichtigkeit der Körper im nicht gasförmigen Zustande, lediglich als durch die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung bedingt, zu betrachten. Die Lehre von der Wärme gewinnt täglich neues Interesse für die Chemie, und erfährt stets von dem Standpunkt der chemischen Forschung aus neue Bereicherungen; die Kenntniß der specifischen Wärme ist fast schon als in das Gebiet der Chemie übergetreten zu betrachten; die Kenntniß der Ausdehnung durch die Wärme, der Siedepunkte und anderer dahin gehöriger Eigenschaften als durch die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung gegeben darzustellen, ist versucht. Die Lehre von der Elektricität tritt gleichfalls immer mehr in den Kreis der chemischen Lehren ein, und so zieht die Chemie immer mehr von dem, was früher als ausschließlicher Gegenstand der Physik betrachtet wurde, in ihr Bereich; und zwar läßt sich dies behaupten, — und nicht umgekehrt, daß die Physik immer mehr von der Chemie an sich zieht, — weil man in

Schlußbetrachtungen.

der Erkenntniß der Affinität und der Zusammensetzung das Bedingende, in den physikalischen Eigenschaften das Bedingte erkennt.

Wenn es wirklich eintreten sollte, daß alle diese physikalischen Lehren sich in die allgemeine Chemie als nothwendige Theile derselben einschalten werden, so wird die Chemie, außer der vermehrten Reichhaltigkeit des Inhalts, auch eine Ausbildung ihrer Untersuchungsweise erfahren, indem sie mit der Aufnahme jener physikalischen Lehren auch die Betrachtungsweise aufnehmen muß, ohne welche das Verständniß derselben unmöglich ist. Die allgemeine Chemie muß die Nothwendigkeit der mathematischen Betrachtungsweise anerkennen, die Mathematik wird als nothwendiges Hülfsmittel der chemischen Forschung in unserer Wissenschaft Anerkennung gewinnen. Es ist dies ohnehin das unausbleibliche Resultat, welches aus der Fortbildung der quantitativen Untersuchungsweise hervorgehen muß, mag es nun durch eine Verschmelzung der Chemie mit einzelnen, bereits früher schon mathematisch behandelten, Gegenständen der Physik hervorgehen, oder durch Entwicklung der quantitativen Untersuchungsweise aus sich selbst heraus. Mit der Auffassung quantitativer Begriffe ist die Anwendung der Mathematik schon nothwendig vorbereitet, aber unabweisbar nöthig wird sie erst in einer Wissenschaft, wenn sich in dieser die Zahl der gleichzeitig in ihrem bedingenden Zusammenhange zu berücksichtigenden Begriffe so mehrt, daß der Verstand ohne äußere Hülfsmittel sie nicht mehr gleichzeitig in Betracht ziehen kann. Wie die Sprache, die Bezeichnung der Begriffe durch Wortlaute, schon ein Mittel ist, mehrere Begriffe gleichzeitig zu überdenken, um ihrem Zusammenhange nachzuforschen, so wird die noch einfachere mathematische Bezeichnung, das mathematische Combiniren der Begriffe, unentbehrliches Hülfsmittel, wenn die Zahl der zu berücksichtigenden Begriffe noch mehr zunimmt. Und alle Erscheinungen in der Naturlehre, wenn sie auch zuerst nur qualitativ wahrgenommen worden sind, müssen bei genauerer Erforschung in quantitativer Beziehung bestimmt, der quantitativen Untersuchungsweise unterworfen, der mathematischen Behandlung zugänglich gemacht werden.

Ob die allgemeine Chemie einer solchen mathematischen Behandlungsweise entgegenschreitet, wann sie diese annimmt, ob durch die Verschmelzung mit einem Theile der jetzt als physikalische unterschiedenen Lehren dazu Veranlassung geboten wird, — wer will es vorausbestimmen? Ob die Chemie durch ihr Verhältniß zu anderen Wissenschaften in ein neues Zeitalter über-

gehen wird, wer will darüber entscheiden, und voraussagen, welche Wissenschaft es sein wird. Aber bei den vielen Anknüpfungspunkten, welche jetzt die Chemie mit anderen Naturwissenschaften gewonnen hat und zu erhalten fortfährt, schien es mir angemessen, auf die Folgen hinzudeuten, welche aus diesem Ineinandergreifen für unsere Wissenschaft hervorgehen können, und dies für ihr Verhältniß zu einer andern Naturwissenschaft ausführlicher zu zeigen. Rein individuell können nur die Ansichten sein, welche ein Einzelner darüber ausspricht, aber aus den Meinungsäußerungen Mehrerer bildet sich vielleicht ein richtigeres Urtheil über das Ziel, zu welchem die Wissenschaft uns jetzt führt, über die Bestrebungen der Gegenwart und die nächste Zukunft der Chemie. Das gerade soll für uns aus dem Studium der Geschichte, aus der Kenntniß der Vergangenheit hervorgehen, daß wir uns ein Urtheil über die Zukunft der Wissenschaft zu bilden suchen, daß wir wenigstens an die Zukunft der Wissenschaft denken. Ebenso nöthig ist dies, wenn wir nicht immer die schon länger erprobten Richtungen blind befolgen, oder an den vor kürzerer Zeit erst aufgestellten auf's ungewisse hin Antheil nehmen wollen, als auch dafür, daß die Einheit der Wissenschaft gewahrt werde, daß nicht Zersplitterung, die nothwendige Folge einer ausschließlichen Berücksichtigung der Interessen der Gegenwart, an ihre Stelle trete.

Schlußbetrachtungen.

Geschichte der Chemie.

Zweiter Theil.



Berzelius

Gezeichnet von Prof. Krüger
im Jahre 1827

Geschichte der Chemie.

Von

Dr. Hermann Kopp,
außerordentlichem Professor der Physik und Chemie an der Universität Gießen.

Zweiter Theil.

Mit dem Bildnisse Berzelius'.

Neudruck der Originalausgabe.

Leipzig
Alfred Lorentz Buchhandlung
1931.

Manuldruck von F. Ullmann G. m. b. H., Zwickau Sa.

Inhaltsübersicht des zweiten Theils.

Seite

Geschichte einzelner Zweige der Chemie.

Specielle Geschichte der Alchemie.

Geschichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenstände.

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Der historischen Darstellung einzelner Zweige der Chemie und einiger ihrer wichtigsten theoretischen Lehren, die in diesem Theile zu geben ist, wollen wir hier noch einige Specialitäten voranschicken, was den Namen, den Begriff und das Studium der Chemie angeht. Nach dem im I. Theile in Bezug hierauf allgemein Angeführten sind wohl einige genauere Nachweisungen darüber hier noch an der rechten Stelle, und sie können dazu beitragen, einen deutlicheren Begriff über die Auffassung und die Hülfsmittel unserer Wissenschaft in den verschiedenen Zeiten zu geben. Hinsichtlich des Studiums der Chemie will ich hier Einiges über die Art, wie man sie früher erlernte, mittheilen, und außerdem einige historische Notizen über die vorzüglichsten Hülfsmittel geben, deren richtige Benutzung die Scheidekunst wesentliche Fortschritte machen ließ.

Vor Allem haben wir hier die historischen Angaben herzusetzen, welche über die Entstehung des Namens unserer Wissenschaft vorliegen. Welche Bezeichnungen noch außerdem die Chemie in den früheren Zeiten geführt hat, findet besser bei der speciellen Geschichte der Alchemie seinen Platz; hier wollen wir uns über den Ursprung des Namens unterrichten, welcher unserer Wissenschaft noch jetzt beigelegt wird. Chemie. Namen.

Vor dem 4. Jahrhundert waren die chemischen Thatsachen in keiner Weise zu einem Ganzen zusammengefaßt; es konnte somit auch kein gemeinsamer Name für ihre Kenntniß existiren. Mit dem 4ten Jahrhundert läßt das Bestreben, Gold und Silber zu machen, die verschiedenen Thatsachen zu Einem Ganzen vereinigen, und nun findet sich sogleich auch der Name Chemie.

Der älteste Schriftsteller, bei welchem sich dieser Ausdruck findet, ist

Chemie. Namen.

Julius Maternus Firmicus, der unter der Regierung Constantin's des Großen und seiner Söhne lebte (um 340 n. Chr.). Dieser schrieb eine Astronomie unter dem Titel Mathesis, worin er auch von dem Einfluß handelt, welchen der Stand des Mondes zu einem Planeten während der Stunde der Geburt eines Menschen auf die Neigungen desselben hat. Si fuerit haec domus (wo der Mond gerade steht) Mercurii, sagt er, dabit Astronomiam; si Veneris, cantilenas et laetitiam; si Martis, opus armorum et instrumentorum; si Jovis, divinum cultum scientiamque in lege; si Saturni, scientiam Alchemiae oder Chemiae, wie die verschiedenen Handschriften verschieden lesen.

Hier haben wir zuerst das Wort Chemia gebraucht, in einer Beziehung, welche wirklich das in sich schließt, was wir jetzt unter chemischer Kenntniß verstehen, obwohl der citirte Schriftsteller nicht selbst erläutert, was er unter Chemia versteht, sondern es als bekannt voraussetzt. In der speciellen Geschichte der Alchemie werden wir aber sehen, daß zu seiner Zeit bereits die Metallveredlung als etwas Mögliches betrachtet und als Chemie bezeichnet wurde.

Woher stammt nun der Name Chemie und was bedeutet er eigentlich?

Sehr getheilt waren darüber von jeher die Ansichten, und dies wurde vorzüglich dadurch unterstützt, daß seit langer Zeit zwei Bezeichnungen, Chemie und Chymie, existiren, welche verschiedene Deutungen ihres Ursprungs zulassen.

Ich werde nachher den Beweis zu führen suchen, daß der Ausdruck Chemia der ältere, Chymia der jüngere ist. Die Abstammung des ersteren Worts wird mit dem meisten Recht darauf bezogen, daß es den Ursprung der Kunst angebe, welcher es den Namen giebt.

Im höchsten Grade wahrscheinlich ist es, daß der erste Versuch, die chemischen Thatsachen zur Lösung Einer Aufgabe zusammenzufassen, in Aegypten gemacht wurde. Wahrscheinlichkeit hat es auch, daß die Kunst, welche aus diesem Versuche hervorging, nach dem Lande benannt wurde, von wo sie ausging. Sicher ist wenigstens, daß der Namen, womit am frühesten die alchemistischen Bestrebungen bezeichnet wurden, identisch ist mit dem alten Namen Aegyptens, mit welchem dann die Priester dieses Landes ihre geheimnißvolle Naturlehre belegten. Nach Plutarch's (um 100 n. Chr.) Zeugniß hieß früher Aegypten *Χημία*; nach Zosimus (um 400) wurde die ganze geheime Wissenschaft, welche den Menschen durch Mitthei-

lung höherer Wesen zukam, worunter auch die Kunst, Gold und Silber zu machen, χημᾶ genannt. Chemie. Namen.

Griechische Schriftsteller sind es überhaupt, welche zuerst diesen Ausdruck in der Bedeutung für scheidekünstlerische Kenntnisse brauchen; und es entscheidet dies, welche von beiden Schreibarten, χημία oder χυμία, die ältere ist, welche die später erst entstandene, und für welche also eine Deutung versucht werden muß.

Bei den meisten dieser Schriftsteller wird stets der Ausdruck χημία gebraucht. Zosimus braucht ihn öfters; auch bewahrt man Handschriften eines besondern von ihm verfaßten Werkes, das den Titel führt: περὶ τῆς χημείας. Die folgenden Griechen brauchen auch stets den Ausdruck χημεία, nicht χυμεία; häufig indeß wurde diese Bezeichnung gerade nicht gebraucht, die anderen Namen für Alchemie, ἅγια τέχνη (heilige Kunst), χρυσοποιΐα (Goldmacherkunst), waren die gebräuchlicheren.

Alle griechischen Schriftsteller in Einer Reihenfolge also haben den Ausdruck χημία oder χημεία; diese wußten sicher am besten, wie der Ausdruck zu schreiben war, und wir haben in dieser Form, nicht in χυμία, die Deutung zu suchen. Die natürlichste scheint mir die, welche bereits die Alten uns angezeigt haben, nämlich unter χημία die Kunst des Landes Χημία, die ägyptische Kunst, zu verstehen.

In späterer Zeit wird die Zusammenfassung scheidekünstlerischer Kenntnisse nicht mehr als Chemia, sondern als Chymia bezeichnet. Dies hat Einige veranlaßt, die eigentliche Bedeutung des Namens unserer Wissenschaft in anderer Weise zu erklären.

So leitete man ihn von χυμός, Flüssigkeit, Saft, ab und glaubte damit die Kunst bezeichnet, mit Auflösungen zu experimentiren. Dieses Wort hat gleichen Stamm mit χέω, ausgießen, auch flüssig machen, schmelzen. Man glaubte darin die ersten chemischen Operationen sehen zu müssen, und behauptete, χυμεία oder χυμία sei die älteste Form des Namens unserer Wissenschaft.

Es erklärt sich aber nicht daraus, weßhalb alle Griechen, wo von alchemistischen Bestrebungen die Rede ist, den Ausdruck χημεία brauchen, es erklärt sich nicht der Uebergang von χυμεία in χημεία. Das Umgekehrte läßt sich aber leicht erklären.

Man hat zur Stütze jener Ansicht Eine Stelle aus einem der früheren griechischen Schriftsteller herbeigezogen. Alexander von Aphrodisia in

Chemie. Namen. Carien (der zu Ende des 2. und im Anfange des 3. Jahrhunderts n. Chr. lebte), ein berühmter Commentator des Aristoteles, handelt, wo er von dem Schmelzen der Metalle spricht, auch besonders *διὰ χυικῶν ὀργάνων*, über Geräthschaften zum Schmelzen. So lange aber nicht nachgewiesen wird, daß diese Stelle (das Werk ist in der Originalsprache nur handschriftlich vorhanden) wirklich über alchemistische Bestrebungen spricht, und nicht nur über das Schmelzen an und für sich, beweis't diese Stelle nichts.

Andererseits läßt es sich ungezwungen einsehen, wie aus *χημεία* die Schreibweise *χυμεία* werden konnte. Die Araber nahmen von den Alexandrinern mit der Richtung, an der Metallveredlung zu arbeiten, auch die Bezeichnung dafür auf; sie setzten dem Worte ihren Artikel vor; aus Chemie wurde Alchemie.

Nach dem größten Theile von Europa kam die Alchemie durch Ueberlieferung von den Arabern her. Es ist bekannt, daß in dieser Sprache die Vocale nicht durch Buchstaben, sondern nur durch Punkte, oft gar nicht, bezeichnet werden. Die Abendländer hatten somit gerade so viel Ursache, aus den arabischen Schriften Alchemie als Alchymie herauszulesen.

Das Letztere zu thun, von der alten richtigen Schreibart zu einer falschen Sprechweise und dadurch wieder zu einer falschen Schreibart überzugehen, bot sich weiter noch Anlaß durch die Art, wie die Griechen das *η* damals aussprachen, als das Studium alchemistischer Werke allgemeiner und in lateinischer Sprache über diesen Gegenstand geschrieben wurde. Die lateinischen Schriftsteller schrieben dann so, wie sie die Griechen das geschriebene *χημία* lesen hörten; von den neueren Griechen wird dies Chimia ausgesprochen.

So Vieles über den Namen Chemie. Wir übergehen die Menge von Deutungen, welche die Alchemisten in dem Namen ihrer Kunst gesucht haben; des Quercetanus Behauptung, daß er aus *ἅλς* und *χημεία* zusammengesetzt sei, weil in den Salzen das große Geheimniß der Metallveredlung stecke, wie die Träumereien Anderer, daß er von Cham oder Chanaan, dem Erfinder der Kunst, komme, lehren uns nichts Bemerkenswerthes. Begriff. Ueber den Begriff der Chemie dürften indeß hier noch einige Angaben von Interesse sein.

Es wäre ermüdend, alle die Definitionen aufzunehmen, welche aus der

Zeit, wo die Chemie falschen Zwecken nachstrebte, auf uns gekommen sind. Für das Zeitalter der Alchemie ist die Begriffsbestimmung die bündigste, welche Suidas (um 1100) in seinem Lexicon giebt: χημεία· ἡ τοῦ ἀργύρου καὶ χρυσοῦ κατασκευή — Chemie: die (künstliche) Zubereitung oder Darstellung von Silber und Gold. Hier tritt der Unterschied zwischen synthetischer und analytischer Chemie noch nicht hervor, obgleich man schon in diesem Zeitalter die Chemie nach diesen beiden Richtungen als spagirische Kunst (vergl. in der speciellen Geschichte der Alchemie ihre verschiedenen Namen) bezeichnete. Chemie. Begriff.

In dem Zeitalter der medicinischen Chemie sind die Definitionen für Chemie weniger scharf, eine nothwendige Folge der Verschmelzung der Chemie mit der Medicin, bei welcher die erstere nicht selbstständig erfaßt werden konnte. Aus dieser Zeit führe ich hier nur die Begriffsbestimmung an, welche Libavius in seiner Alchemia giebt, weil dieses Werk überhaupt für die richtige Behandlung der Chemie so viel genützt hat. Alchemia, sagt er, est ars perficiendi magisteria (chemische Präparate) et essentias puras e mistis, separato corpore, extrahendi. Hier haben wir schon die Unterscheidung in synthetische und analytische Chemie angedeutet.

Als eine besondere Unterabtheilung der Alchymie betrachtet Libavius die Chymie (siehe unten bei den Lehrbüchern) und bezeichnet die letztere als die Lehre de speciebus Chymicis (chemisch eigenthümlichen Substanzen) conficiendis, als den hauptsächlichsten Theil der Alchymie also.

Wie aber die Chemie damals noch von Vielen aufgefaßt wurde und welchen wissenschaftlichen Werth man ihren Operationen beilegte, zeigt nichts besser, als was der gelehrte Pariser Professor Riolanus in der Anklageschrift gegen die medicinische Chemie ausspricht, auf welche hin die Pariser Facultät (1603) das Verbot der Anwendung chemischer Präparate als Arzneien um so strenger aufrecht hielt. Die Motive der Verdammung sind hier sehr zahlreich, wir heben nur den Punkt hervor: Alchymia non est ars: quia universa consistit in praeparatione remediorum. Gegen einen solchen Beweis läßt sich nichts einwenden, und Riolan hätte nicht nöthig gehabt, des Weitern noch zu zeigen, daß die ganze Chemie, und die medicinische namentlich, eine Erfindung des Teufels sei.

Gehen wir von diesen falschen Auffassungen der Chemie über zu den richtigeren Begriffsbestimmungen, welche sich von der Mitte des 17. Jahrhunderts an finden. Lemery definirt in seinem Cours de Chymie fol-

Chemie. Begriff. gendermaßen: La chymie est un art, qui enseigne à séparer les différentes substances qui se rencontrent daus un mixte, betrachtet also die Chemie als Scheidekunst im engeren Sinne. Stahl (nach seinen Fundamenta Chymiae dogmaticae et experimentalis) erklärt sie als die Kunst, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder hervorzubringen. Weitschweifig ist Boerhave's Definition (in den Elementa Chemiae): Chemia est ars docens exercere certas physicas operationes, quibus corpora sensibus patula, vel patefacienda, vasis capienda, mutentur, per propria instrumenta: ut definiti, et singulares, quidem effectus producti innotescant, horumque causae ipsa per effecta pateant; in varios diversarum artium usus.

So sprach sich schon damals die Ansicht über den Zweck der Chemie aus, die sich seit der Mitte des 17. Jahrhunderts nicht wesentlich geändert hat; und alle Angaben der Späteren gehen auf denselben Sinn hinaus, wenn sie auch im Wortlaut stark von einander abweichen. So findet man bei Bergman die Chemie definirt als die Wissenschaft, welche die Bestandtheile der Körper untersucht, mit Rücksicht auf ihre Natur, ihre Verhältnisse und die Art, wie sie verbunden sind; bei Macquer als die Wissenschaft, die uns mit der Natur und den Eigenschaften aller Körper durch die Zerlegung und Verbindung derselben (Analyse und Synthese) bekannt macht. Solche Definitionen kommen den heutigen so nahe, daß wir von noch neueren keine mehr anzuführen brauchen.

Studium. Gehen wir nun zu der Beantwortung der Frage über: in welcher Weise konnte man in den verschiedenen Zeiten sich die so verschiedenartig aufgefaßte Chemie zu eigen machen? wie wechselt namentlich die Einrichtung der chemischen Lehrbücher in den verschiedenen Perioden unserer Wissenschaft?

Lehrbücher der Chemie. Die Werke, welche während des Zeitalters der Alchemie als die Quellen angesehen werden können, aus welchen die Wißbegierigen der damaligen Zeit sich chemische Kenntnisse erwerben konnten, gestatten meist keine Berichterstattung über die Art ihrer Anordnung. Ihr Charakter ist von dem eines Lehrbuchs weit entfernt; viele davon, und die besten, sind monographisch gehalten, aber in den größeren Schriften wird nur selten ein chemischer Gegenstand in einer gewissen Vollständigkeit zusammenhängend abge-

handelt, sondern die Notizen darüber werden ganz zerstreut mitgetheilt; sehr wenige nur lassen sich entfernt mit unseren jetzigen Compendien vergleichen, und für eins derselben mögen einige Angaben hier ihre Stelle finden. Chemie. Lehrbücher.

Als eins der schulgerechter und in besserer Ordnung als alle übrigen Schriften dieses Zeitalters abgefaßten Werke können wir des G. Ripley um 1471 geschriebenes Compound of Alchymie betrachten. Die ganze chemische Wissenschaft zerfällt nach ihm in zwölf Abschnitte, die er sonst auch noch die zwölf Thore nennt, durch welche man Zutritt zu dem Geheimniß der Metallveredlung erhält (diese Abtheilung nach der Zahl zwölf war damals beliebt; Basilius Valentinus theilt seinen Tractat von dem großen Stein der uralten Weisen, an das Gleichniß des Ripley erinnernd, in zwölf Schlüssel). Diese zwölf Abschnitte lernen wir genügend aus der Vorrede kennen, wie sie Ripley selbst seinem Compendium vorgesetzt hat. Ripley.

But into Chapters thys Treatis I shall devyde,
In numbre twelve, with dew recapytulatyon;
Superfluous rehearsalls I lay asyde,
Intendyng only to give trew informatyon
Both of the theoryke aud practycall operatyon:
That by my wrytyng who so wyll guyded be,
Of hys intente perfyctly speed shall he.

The fyrst chapter shall be of natural Calcination;
The second of Dyssolution, secret and phylosophycall;
The third of our elementall Separation;
The fourth of Conjunction matrimonial;
The fyfth of Putrefaction then followe shall:
Of Congelation Albyficative shall be the sixt,
Then of Cybation, the seaventh shall follow next.

The secret of our Sublymation the eyght shall show;
The nynth shall be of Fermentatyon;
The tenth of our Exaltation I trow.
The elevent of our mervelose Multiplycatyon,
The twelfth of Projection; then Recapitulatyon,
And so this treatise shall take an end,
By the help of God, as I entend.

Chemie. Lehrbücher. Ripley.

Thus here the Tract of Alchemie doth end;
Which tract was by George Ripley, Chanon, penn'd.
It was composed, writt and signed his owne,
In anno twice seaven hundred seaventy-one.
Reader, assist him, make it thy desire,
That after life he may have gentle fire! — AMEN.

Gehen wir weiter vorwärts, so finden wir in dem Zeitalter der medicinischen Chemie schon bessere Schriften, wodurch die Erwerbung chemischer Kenntnisse möglich gemacht war. So weit diese auf metallurgische Processe gehen, boten Agricola's Libri XII de re metallica (1546) gute Anleitung. Die Anlage dieses Werkes ist folgende: In den ersten sechs Büchern berichtet er über den Bergbau und das Schmelzwesen im Allgemeinen, die späteren erst haben für die chemische Metallurgie Interesse. Hier handelt er im siebenten Buche über die Probirkunst, über die dazu nöthigen Geräthschaften, die nöthige Vorbereitung der Erze, die zu wählenden Flüsse und endlich über die Prüfung der Erze (auf trocknem Wege), je nach den verschiedenen Metallen, deren Gehalt im Erz man bestimmen will. Im achten Buch wird die Zubereitung der Erze gelehrt, wo für die Chemie die Beschreibung des Röstens wie auch des Schwefelabtreibens von Interesse ist; im neunten werden die Schmelzöfen beschrieben und die Gewinnung des Quecksilbers, Antimons und Wismuths aus ihren Erzen; im zehnten wird die Scheidung der edlen Metalle von einander gelehrt; im elften das Aussaigern der edlen Metalle durch Blei und die Garmachung des Kupfers; im zwölften endlich die Bereitung der im Großen darzustellenden Salze, die Reinigung des Schwefels und die Glasbereitung (vergl. I., 105 f.).

Agricola.

Auch die Darstellung chemischer Präparate für die Pharmacie wurde damals durch die Abfassung von Pharmacopöen erleichtert, und diese Werke hauptsächlich waren damals die pharmaceutisch-chemischen Lehrbücher. Des Valerius Cordus Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), welches auf Verlangen des Nürnberger Raths abgefaßt worden war, stand in dieser Beziehung lange in Ansehen, obgleich verhältnißmäßig nur wenig chemische Präparate darin angeführt waren, da Cordus die einfachen Galenischen Mittel vorzog.

Eeilen wir uns aber, zu dem ersten Werke überzugehen, welches wirk-

lich als Lehrbuch der gesammten Chemie seiner Zeit gelten konnte. Es ist dies des Libavius Alchymia (1595); ihre Einrichtung ist folgende: Chemie. Lehrbücher. Libavius.

Seine Alchemie zerfällt in zwei Theile; der erste, die Encheria (ἐγχείρησις, die manuelle Behandlungsweise), beschreibt die chemischen Operationen im Allgemeinen, welche zur Ausführung der chemischen Aufgaben nöthig sind; der zweite, die Chymia, soll lehren, die chemisch eigenthümlichen Substanzen darzustellen.

Die Encheria zerfällt wieder in die Ergalia, die Lehre von den chemischen Geräthschaften, und in die Pyronomia, die Lehre von der Anwendung und der Regulirung des Feuers.

Auf diese beiden Lehren gestützt, führt die Encheria ihre Operationen aus. Diese Operationen theilen sich in die Elaboratio, das ist die Veränderung der Materie in ihrer äußeren Gestalt (durch die Auflösung, die Schmelzung, die Präcipitation, Destillation u. s. w.) und in die Exaltatio, welche Libavius als die Beilegung höherer Wirksamkeit an eine Substanz definirt, und in eine Maturatio und eine Gradatio zerfallen läßt.

Eine Menge Unterabtheilungen kommen hier noch vor; bei der Besprechung aller dieser Operationen macht er den Leser mit den chemischen Geräthschaften und Handgriffen vertraut; dann geht er zum II. Theil über.

Hier, in der Chymia, lehrt er die species chymicas darstellen; und da diese einfache oder zusammengesetzte sein können, so giebt dies den Grund zur Unterabtheilung des II. Theils. Die einfachen Species zerfallen in Magisterien und Extracte; er bespricht die Bereitung der Magisterien, wo er z. B. die Darstellung von trinkbarem Gold, Silber und anderen Metallen (Auflösungen derselben), von den pulverförmigen Magisterien (Metalle fein zu zertheilen), von den Präcipitaten, von den Metallkalken u. s. w. lehrt. Er unterscheidet noch viele Arten von Magisterien in Hinsicht ihrer Wirkung, in Hinsicht auf den Geruch, Geschmack u. s. w.; ich kann sie hier nicht alle anführen. Die Lehre von den Extracten faßt in sich die Darstellung der Essenzen, Säfte, Arcana, der sog. (officinellen) Wasser, der Alkalien, Krystalle, Vitriole, der Turpethe u. s. w.

Die zusammengesetzten Species sind die Elixire (dahin gehört z. B. Terpenthinöl, worin Schwefel gelös't ist, und überhaupt die aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzten chemischen Arzneien) und die mehrfachen Arten von Clyssus[1]),

---

[1]) Die Bedeutung des Wortes Clyssus ist sehr unbestimmt. Libavius' Ansicht

Chemie. Lehrbücher. Libavius.

welche er definirt, als Zusammensetzungen verschiedener Arten derselben Substanz.

Das Vorstehende zeigt, daß Libavius nur praktische Chemie in seinem Lehrbuche behandelt; theoretische Betrachtungen finden sich nicht darin. Ein systematisches Ganzes sucht er herzustellen durch die Classification der Operationen, in der Weise, wie es der obige Ueberblick einigermaßen kennen lehrt.

Die Lehrbücher, welche zunächst als die besten betrachtet wurden, waren Beguin's [1]) Tirocinium chemicum (1608), was aber vorzugsweise die medicinische Chemie enthält, dann Le Fèvre's [2]) Traité de chymie (1660), der besonders der Ausbreitung der Chemie genützt hat, Glaser's [3]) gleichnamige Schrift (1663), und Ettmüller's [4]) Chemia experimentalis atque rationalis curiosa (1684). Alle diese übertraf N. Lemery's

---

darüber geht dahin, daß er z. B. Wein und Weinstein als verschiedene Arten derselben Substanz betrachtet, aber auch das Laugensalz aus dem Weinstein. Löst man dieses Laugensalz in Wein, so ist die Verbindung ein Clyssus. Ebenso die Mischung von Wein mit Essig, der aus Wein entstanden ist, u. a. — Später versteht man unter Clyssus etwas ganz Anderes, nämlich die Dünste, welche bei Verpuffung einer Substanz aufsteigen und sich sammeln lassen; unter Salpeterclyssus das flüchtige Product, welches bei Verpuffung des Salpeters mit Kohle erhalten werden soll, unter Schwefelclyssus das der Verpuffung des Schwefels mit Salpeter u. s. w. In Bezug hierauf erklärt man auch die Etymologie des Wortes, und leitet es von κλύζειν, plätschern, ein Geräusch machen, ab.

[1]) Johann Beguin, Almosenier Ludwig's des XIII. von Frankreich, beschäftigte sich viel mit Chemie und Bergbauwissenschaft; um die letztere zu studiren, durchreisete er Italien, Deutschland und Ungarn. Näheres über seine Lebensverhältnisse ist nicht bekannt.

[2]) Nicolas Lefebvre oder Le Fèvre, wie er verschiedenartig geschrieben wird, war auf der protestantischen Akademie zu Sedan gebildet. Er wurde Demonstrateur an dem Jardin des Plantes, welche Stelle er bis 1664 ungefähr bekleidete, zu welcher Zeit er einem Rufe nach London folgte.

[3]) Christoph Glaser, aus Basel gebürtig, wurde 1664 an Lefebvre's Stelle als Demonstrateur der Chemie am Jardin des Plantes berufen; er war außerdem noch Apotheker des Königs. Er wurde in den Brinvilliers'schen Proceß mit hineingezogen, verlor dadurch seine Stelle und verließ Frankreich.

[4]) Michael Ettmüller war geboren zu Leipzig 1644; er studirte hier Medicin und durchreisete dann Italien, Frankreich und England. Nach seiner Rückkehr wurde er Professor der Medicin an der Leipziger Universität. Er starb 1715.

Cours de Chymie (1675), welchem man so viel Autorität beilegte, daß wir hier einen Augenblick dabei verweilen müssen. Chemie. Lehrbücher. Lemery.

Dieses Werk zerfällt, nach einer Einleitung, worin über die chemischen Grundstoffe im Allgemeinen (vergl. Elemente) und über die Geräthschaften, Manipulationen und Kunstausdrücke gehandelt wird, in drei Theile.

I. Theil. Von den mineralischen Stoffen. Beschreibung der Metalle, ihrer Darstellung, und der Bereitung der Präparate, welche sich aus ihnen hervorbringen lassen; in derselben Weise handelt er noch über den Kalk, den Kiesel, den Blutstein, die Korallen, das Kochsalz, den Salpeter, den Salmiak, den Vitriol, den Alaun, den Schwefel, den Bernstein und den Amber.

II. Theil. Von den vegetabilischen Stoffen. Es werden die officinellen Präparate aus den verschiedenen Pflanzen abgehandelt, ebenso spricht er hier über den Wein und Weingeist, den Essig, den Weinstein und die Kalisalze.

III. Theil. Von den animalischen Stoffen. Hier ist nur die Rede von den Vipern und ihrer Destillation, vom Urinsalz, vom Honig und vom Wachs.

Lemery giebt für verschiedene Operationen schon theoretische Erklärungen; in der Geschichte der Lehre von der Verwandtschaft werde ich darüber berichten.

Ein anderes Lehrbuch, welches damals noch viele Leser und vielen Beifall fand, war Barner's [1]) Chymia philosophica (1689); es war dies ganz im Geist der iatrochemischen Theorie geschrieben und alle Erklärungen auf den Gegensatz der Säuren und Alkalien gegründet; doch suchte es die Chemie als eine Wissenschaft, nicht bloß als eine Kunst, hinzustellen und verdient deßhalb hier Erwähnung. Noch viele solcher Compendien ließen sich hier namhaft machen, wir gehen indeß gleich über zu der Betrachtung derjenigen Werke, welche im Anfang des 18. Jahrhunderts vorzugsweise Anleitung zum Studium der Chemie abgaben, und zwar wollen wir hier zuerst Boerhave's Elementa Chemiae genauer besprechen,

---

[1]) Jacob Barner, geboren zu Elbing 1641, studirte zu Leipzig die Heilkunde. Er wurde Physikus in seiner Vaterstadt, später Leibarzt des Königs von Polen, und starb 1709.

Chemie. Lehrbücher. Boerhave.

sodann über die Einrichtung der Lehrbücher nach Stahl's Ansichten berichten.

Der Inhalt von Boerhave's Elementa Chemiae (1732) ist so umfassend, daß nur verhältnißmäßig kurze Andeutungen über denselben mir hier gestattet sind. — Das Werk zerfällt in zwei Theile; der erste enthält die Theoria artis, der zweite die Operationes artis.

In der theoretischen Chemie bespricht Boerhave zuerst den Zweck des Gegenstandes; er will aus guten Beobachtungen allgemeine Wahrheiten ableiten, welche die einzelnen Erscheinungen in sich fassen. Sodann giebt er einen Ueberblick über die Geschichte der Wissenschaft.

Dann wendet er sich zu der Ausführung seines Vorsatzes, und macht hier zuerst mit den Substanzen vertraut, welche für die chemischen Untersuchungen in Betracht kommen. Er theilt sie wieder in mineralische, vegetabilische und animalische, und geht sie rasch durch, die ersteren am weitläufigsten, und zwar nach folgender Ordnung: die Metalle, die Salze, den Schwefel, die Steine, die Halbmetalle. Dann spricht er von dem Nutzen der Chemie für die Medicin und für die Künste. Jetzt kommt die eigentliche theoretische Chemie; zuerst seine klassische Zusammenstellung über das Feuer (die Wärmelehre). Er berichtet über die Wirkungen des Feuers oder vielmehr über die Erscheinungen, welche seine Wirksamkeit erkennen lassen, und nennt als solche: Wärme, Licht, Farbe, Ausdehnung, Veränderung der Materie (Verbrennung oder Schmelzung). Er geht diese verschiedenen Erscheinungen durch, und erläutert sie durch zweckmäßige Versuche; die Lehre von der Ausdehnung ist namentlich vortrefflich dargestellt, der Gebrauch des Thermometers darin erläutert und seine Wichtigkeit für die Chemie gezeigt. Dann handelt er über die Entstehung der Wärme durch Reibung, Stoß, durch die Sonnenstrahlen. Er kommt nun auf den Nahrungsstoff des Feuers (die Verbrennlichkeit im Allgemeinen). Die Erzeugung von Wärme bespricht er weiter, insofern sie durch Mischung von Flüssigkeiten hervorgebracht wird; er zeigt zugleich, daß durch Auflösung der Salze in Wasser Kälte entsteht. Weiter wird von den Körpern gehandelt, welche durch bloße Berührung mit der Luft Wärme entwickeln, wie der Phosphor und der Pyrophor. Endlich noch von der Einwirkung des Feuers, sofern es zersetzt und verbindet. In einem andern Abschnitt handelt er die Lehre von der Luft ab, die Eigenschaften dieses Körpers, die Beimengungen (Wasser, Wolken, Dünste), die Entstehung von Luft (hier Gas überhaupt) durch Gäh-

rung, Fäulniß, chemische Einwirkung verschiedener Substanzen auf einander, das Vorhandensein von Luft in Flüssigkeiten und ihre Austreibung durch Sieden, durch Gefrieren oder durch Auflösen von Salzen. Der nächste Abschnitt bringt die Lehre vom Wasser, seinen physikalischen Eigenschaften, seiner auflösenden Kraft, seiner Anwesenheit in den verschiedenartigsten Substanzen, welche namentlich durch die Verbrennung erkannt werde. Es folgt der Abschnitt über die Erde; in ähnlicher Weise bearbeitet, aber weniger richtige Resultate zum Vorschein bringend. Nun aber kommt die wichtigste chemische Theorie, das Kapitel über die Auflösungsmittel (Menstrua), unter welchem er die Lehre von der Verwandtschaft begreift. Menstruum nennt er nämlich jeden Körper, der auf einen andern chemische Verwandtschaft ausüben, ihn in chemische Verbindung bringen kann; es giebt also feste wie auch flüssige Menstrua. Er bespricht die Art ihrer Wirkung auf einander, daß sie den beiden sich vereinigenden Körpern gemeinsam zusteht, durch Wärme angeregt wird u. s. w., daß in der chemischen Verbindung die Bestandtheile ungeändert bleiben. Er unterscheidet die mechanische Zertheilung eines Körpers von der chemischen, welche er bei dem Eingehen in eine Verbindung erleidet, und giebt die Erklärung der Verwandtschaftserscheinungen, eine nur mechanisch wirkende Ursache als ungenügend ansehend. Dann geht er die einzelnen Substanzen durch und bespricht ihre Verwandtschaft zu anderen; hier giebt er die theoretische Chemie für die einzelnen Substanzen, die wichtigsten nach ihren Eigenschaften charakterisirend und vorzüglich hervorhebend, inwiefern sie sich mit anderen zu vereinigen vermögen. — Ein Abschnitt über die chemischen Geräthschaften macht den Schluß des theoretischen Theils seines Lehrbuchs.

Chemie. Lehrbücher. Boerhave.

Der II. Theil enthält die chemischen Operationen; er stellt diese besonders zusammen, um nicht in der theoretischen Chemie durch Anführung aller der Processe, welche ein Chemiker kennen muß, den Ueberblick zu verlieren. Viele chemische, viele pharmaceutische Processe (227 in Allem) sind hier genau beschrieben, und zugleich die Eigenschaften und die Anwendung der Präparate angeführt.

Bei dieser Zusammenstellung konnte es natürlich für uns nur Zweck sein, über die Art der Anordnung, nicht über die Reichhaltigkeit des Inhalts, einen Begriff zu geben. Die Trennung der theoretischen Chemie von der Beschreibung der Operationen, in welch letzteren z. B. noch für Libavius die ganze Wissenschaft bestanden hatte, wird von den chemischen Schriftstellern

Chemie. Lehrbücher. Stahl.

zu Boerhave's Zeit allgemein fast schon angenommen. Stahl befolgt in seinen Vorlesungen eine gleiche Eintheilung; wir wollen seine Art, die Wissenschaft vorzutragen, aus einer schnellen Analyse der Fundamenta Chemiae dogmaticae et rationalis kennen lernen.

Bei seiner Eintheilung in theoretische und praktische Chemie haben wir hier nur den Gang zu betrachten, den er für die Entwicklung der ersteren einschlägt.

Nach der Definition der Chemie kommt die Unterscheidung von Elementen und Verbindungen, dann eine Betrachtung über die Verschiedenheit der chemischen Operationen, je nachdem sie zerstören oder schaffen, und die Beschreibung des chemischen Apparates.

Er lehrt nun die wichtigsten chemischen Substanzen kennen, und beginnt mit den Salzen; diesen fügt er bei, als zusammengesetztere, den Zucker, Weinstein, Kalk u. s. w. — Dann geht er über zum Schwefel, Zinnober, Antimon, den Harzen und Oelen. Es folgt die Beschreibung der Metalle. Hiermit schließt sich der erste Abschnitt; anhangsweise spricht er von dem Mercur (im alchemistischen Sinne genommen), dem Steine der Weisen und der Universalmedicin.

Im zweiten Abschnitte wird über den Unterschied der festen und flüssigen Körper gehandelt, über Auflösung und Verbindung, über die Wirkungen der Wärme, Sieden, Verflüchtigen, Schmelzen, Verkalken und Verbrennen u. s. w. Dann nochmals über die Salze, in Rücksicht auf ihre Entstehung und Verwandlung, über den Schwefel und die Verbrennlichkeit, über die Natur des Phosphors, der Metalle und Mineralien. Für alle Körper giebt er hier Definitionen (die Säuren sind unter den Salzen abgehandelt). Weiter wird die Reduction der Metallkalke gelehrt. — Sodann handelt er über Feuer, Wasser, Luft und Erde als chemische Agentien, und bringt nochmals verschiedene schon früher berührte Gegenstände zur Sprache.

Im dritten Abschnitt handelt er die Lehre von der Gährung, die Lehre von den Salzen und die Lehre von der Verbrennung vollständiger ab; in der letzteren wird die Phlogistontheorie entwickelt.

Das hier Mitgetheilte genügt, um in diesem Werk eine weit ungenügendere Anordnung zu erkennen, als welche Boerhave seinem Lehrbuche zum Grunde gelegt hatte. Freilich sind auch die Fundamenta, so wenig als irgend ein anderes unter Stahl's Namen erschienenes vollständigeres Compendium, von ihm selbst für den Druck ausgearbeitet worden; doch aber

Chemie. Lehrbücher.

stützt es sich auf seine Vorlesungen, und galt seiner Zeit für eins der vorzüglichsten Hülfsmittel der Wissenschaft, weßhalb wir es hier besprechen mußten.

Stahl's Schüler suchten die Theorie ihres Lehrers in mehr Verband noch mit den Einzelnheiten der Chemie zu bringen, besonders auch eine bessere Ordnung in ihren Lehrbüchern zu wahren, und die theoretischen Ansichten nicht mehr an Einem Orte nur vorzutragen, sondern die sich darauf gründenden Erklärungen überall einzustreuen. Bei der großen Zahl von Lehrbüchern, welche übrigens damals herausgegeben wurden, läßt sich hier auf eine speciellere Darlegung ihres Inhalts nicht mehr eingehen. Im Allgemeinen nur mag bemerkt werden, daß die fortgesetzten Arbeiten über die Affinität, und namentlich die bald folgenden Untersuchungen Bergman's, dem allgemeinen Theile der theoretischen Chemie die Gestaltung ungefähr gaben, welche sich seitdem erhalten hat; die Trennung der Chemie in die der mineralogischen Substanzen einerseits und die der vegetabilischen und animalischen andrerseits wurde später in der Unterscheidung der organischen und unorganischen Chemie fester bestimmt (vergl. die specielle Geschichte der organischen Chemie).

Mit der Anerkennung der antiphlogistischen Theorie wurde auch die Ordnung, in welcher die Lehrbücher unserer Wissenschaft geschrieben waren, eine andere. Die vorzüglicheren Lehrbücher der antiphlogistischen Chemie aus der früheren Zeit befolgen ungefähr die Ordnung, daß sie nach einer Einleitung, welche die Affinitätserscheinungen vorläufig kennen lehrt, die einfachen Stoffe zuerst vornehmen, und die Verbindungen dieser unter einander, also namentlich den Verkalkungs- und Verbrennungsproceß, erörtern. Mehrere trennten von den einfachen Stoffen als unzerlegte die Laugensalze, Erden und Metalle, und handelten diese besonders ab. Dann kam die Chemie der zusammengesetzteren Stoffe an die Reihe, die Salze, die organischen Substanzen; und ein Ueberblick über die chemischen Operationen und Geräthschaften schloß das Ganze. So war die Anordnung vieler Lehrbücher aus dem letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts, welchen Lavoisier's Éléments de Chimie als Vorbild dienten.

Viele der wichtigeren Lehrbücher aus der letzten Zeit der Phlogistontheorie und aus unserem Zeitalter habe ich bereits in dem I. Theile bei den Schriften der dort besprochenen Chemiker angeführt. Eine vollständigere Uebersicht hier zu geben, scheint mir wenig gerathen; die bloße Aufzählung

der Titel liegt nicht im Plane dieser Geschichte, und ein genaueres Eingehen in ihren Inhalt wird um so schwieriger, je verschiedenere Ansichten über die Klassification durch die immer sich mehrende Menge der Thatsachen und Kenntnisse veranlaßt worden sind. Einen Begriff über die Lehrbücher der Chemie in der älteren Zeit zu geben, und nur für so lange, bis sich ihre Anordnung der heutigen einigermaßen anschließt, war allein der Zweck dieser Zusammenstellung.

Lehrstühle der Chemie.

In welcher Weise die Chemie früher gelernt wurde, läßt sich aus dem Vorhergehenden schon einigermaßen ersehen. Als Lehrgegenstand der Universitäten wurde sie erst während des Zeitalters der medicinischen Chemie behandelt, und die Professoren der Medicin trugen sie als einen Theil ihrer Wissenschaft vor. Doch wurden die chemischen Lehren noch längere Zeit nur mit den medicinischen gemischt dargestellt; Johann Hartmann (geboren 1568 zu Amberg, gestorben 1631 zu Marburg) trug zuerst die Chemie speciell an der Hochschule zu Marburg vor; an anderen Universitäten geschah dies bald auch, in Jena z. B. wurde 1629 erster Professor der Chemie Werner Rolfink, einer der frühesten Widersacher der Alchemie. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts wurde auch der Lehrstuhl der Chemie an dem Jardin des plantes zu Paris gegründet, und diese Wissenschaft ihrem theoretischen und experimentalen Theile nach behandelt, indem ein Professeur die Theorie vortrug, worauf ein besonderer Demonstrateur die Aussprüche des ersteren durch Versuche erläuterte. Wilhelm Davisson, ein schottischer Arzt, wurde als erster Professor der Chemie an diese Anstalt berufen.

Laboratorien.

Nachdem man einmal angefangen hatte, die Chemie als einen besonderen Lehrgegenstand auf Universitäten zu behandeln, sah man bald auch die Nothwendigkeit ein, praktische Uebungen damit zu verknüpfen und öffentliche Laboratorien zu errichten. In dem 16. Jahrhunderte noch existirten nur Laboratorien zu alchemistischen Zwecken, und größere wurden zu diesem Ende von Fürsten unterhalten; diese Anstalten wurden in Deutschland von dem Volke (so namentlich in Dresden) als Goldhäuser benannt. Ueber ihre beste Einrichtung machte am Ende des 16. Jahrhunderts Libavius Vorschläge; in den Commentarien zu seiner Alchemie giebt er Baurisse zu einem so großartigen Laboratorium, wie wohl nie ein solches wirklich aus-

geführt worden ist; nicht allein die Bedürfnisse für chemische Arbeiten sind vorgesehen, sondern auch die Befriedigung sonstiger Genüsse ist in seinem Vorschlage bedacht. Da fehlen nicht Gartenanlagen, nicht Säulengänge zum Spazierengehen bei schlechtem Wetter, nicht Bäder. Nicht vergessen ist die cella vinaria, cujus spiracula meridionalia maxima ex parte debent esse clausa, wie Libavius vorsichtig bemerkt. Aber es dauerte noch lange, bis man an die Construction größerer Laboratorien dachte. Erst gegen das Ende des 17. Jahrhunderts wurden öffentliche Laboratorien als Hülfsmittel des akademischen Unterrichts eröffnet; das erste Institut dieser Art leitete Professor Hofmann [1] zu Altorf; es war 1683 durch den Rath zu Nürnberg gegründet worden. — Damals schon waren die Laboratorien großer Autoritäten zugleich auch die Schule weiterstrebender Chemiker; in Boyle's Laboratorium z. B. bildeten Homberg und Fr. Hoffmann ihre chemischen Kenntnisse weiter aus. — Zu den ersten Laboratorien als Staatsanstalten gehörte auch das zu Stockholm, gleichfalls 1683 durch Karl XI. gegründet, der darin auf Kosten der Staatskasse und zunächst für das Bergcollegium chemische Versuche anstellen ließ; Urban Hiärne [2] war der erste Vorsteher dieser Anstalt. Laboratorien.

Nach dieser Uebersicht des Begriffs der Chemie und der Art, wie sie gelehrt wurde, wollen wir jetzt zu der geschichtlichen Betrachtung der einzelnen Operationen übergehen, da einige kurze Notizen über ihre erste Ausführung in einer solchen Zusammenstellung vielleicht nicht ohne Interesse sind. Chemische Operationen.

Die ältesten chemischen Operationen sind ohne Zweifel diejenigen, welche auf der Einwirkung höherer Temperatur beruhen. Der Schmelzproceß gehört hierher, und er machte wohl zuerst künstliche Vorrichtungen nöthig, welche zur Construction chemischer Geräthschaften überhaupt leiteten. Das Feuer war es auch, in welchem die meisten Chemiker bis vor wenigen Jahrhunderten das hauptsächlichste chemische Agens sahen. Wärmeapplication.

[1] Johann Moritz Hofmann war 1621 zu Fürstenwalde in Brandenburg geboren, bezog 1638 die Universität Altorf, 1641 die zu Padua, wo er 1645 Professor der Medicin wurde; nach Altorf 1648 zurückberufen, starb er daselbst 1698.

[2] Urban Hiärne war 1641 in Ingermannland geboren: er studirte zu Upsala Medicin und bildete sich dann durch Reisen in England und Frankreich weiter aus. Nach seiner Zurückkunft nach Schweden wurde er zum Leibarzt des Königs ernannt. Er starb zu Stockholm 1724.

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

Um die Hitze zweckmäßig auf einen Körper einwirken zu lassen, bediente man sich sehr frühe schon der Oefen. Moses (um 1500 v. Chr.) erwähnt der Eisenschmelzöfen; Ziegelöfen werden in den Büchern des alten Testaments häufig genannt [1]). Plinius, im 1. Jahrh. nach Chr., spricht schon von der großen Verschiedenheit der zu metallurgischen Zwecken dienenden Oefen, ohne indeß auf ihre Beschreibung näher einzugehen; an dem Schmelzofen (κάμινος der Griechen, fornax der Lateiner) unterscheidet er kunstgemäß die Seiten (latera), das Innere (camera) und die Mündung (os).

Ueber die Fortschritte, welche den Hülfsmitteln zur Wärmeapplication bei den Alexandrinern zu Theil wurden, haben wir keine genauere Nachricht. Die Araber wandten aber viel Fleiß darauf, und beschrieben ihre Einrichtungen deutlich. Geber, in seinem Werk de fornacibus construendis, unterscheidet und beschreibt die Oefen zum Calciniren, zum Destilliren und zum Schmelzen.

Die Abendländer übernahmen (im 13. Jahrh.) von den Arabern mit den chemischen Kenntnissen auch besondere Vorliebe für pyrochemische Versuche, und suchten namentlich die Oefen zu verbessern. Bei ihnen findet sich zuerst der Athanor in allgemeinerem Gebrauch (von ἀϑάνατος, unsterblich, ewig, immerwährend), dessen Brennmaterial sich immer wieder von selbst aus einem größeren Vorrathe ersetzt, und der für die langwierigen alchemistischen Operationen besonderen Werth hatte. Der Name kommt schon bei Albucases vor; Raymund Lull beschrieb ihn genau; ein besonderer Lobpreiser des Instrüments war später Paracelsus.

Unter ihren Nachfolgern (im 15. Jahrh.) erwähnen wir Thomas Norton's, dessen Wahlspruch Totum consistit in ignis regimine damals allgemeine Beistimmung fand. Er sucht auch zur Regulirung des Feuers besondere Oefen zu construiren, und spricht viel von seinen wichtigen Erfin-

---

[1]) Bei mehreren Schriftstellern findet man die Angabe, L. A. Seneca (im 90. Briefe) spreche von dem Democrit von Abdera als dem Erfinder des Reverberirofens. Am angeführten Orte finde ich nur Folgendes, was zu jener Aussage Anlaß gegeben haben kann: Democritus, inquit (Posidonius), invenisse dicitur fornicem, ut lapidum curvatura paulatim inclinatorum medio saxo adligaretur (daß eine Krümmung wenig geneigter Steine durch einen Mittelstein festgehalten wird). Hier ist aber keine Rede von einem Reverberirofen. Sollte man fornix, das Gewölbe, mit fornax, der Ofen, verwechselt haben?

bungen: von einem Ofen, worin man sechzig Operationen bei gleicher Hitze auf einmal ausführen könne (mag der erste Galeerenofen gewesen sein), von einem andern, an dessen verschiedenen Orten die Hitze verschieden sei, und endlich von einem Registerofen, wo die Regulirung der Wärme durch Schieber in dem Schornsteine bewirkt worden zu sein scheint. Chemische Operationen. Wärmeapplication.

In dem 16. Jahrhundert machte sich vorzüglich Agricola um die bessere Einrichtung der Oefen verdient, namentlich der zu metallurgischen und dokymastischen Versuchen dienenden. Für andere chemische Operationen verbesserte im folgenden Jahrhundert Glauber die früheren Einrichtungen; seine Furni novi philosophici behandeln namentlich solche Vorrichtungen, wie sie für die Destillation am zweckmäßigsten sind. Die Versuche auf trocknem Wege waren aber immer noch die vorzüglich gewählten (ein Chemiker jener Zeit nannte sich im höheren Styl nur philosophum per ignem), und Glaser's (1663) für sein Lehrbuch gewähltes Motto: Sine igni nihil operamur, die Meinung aller seiner Zeitgenossen. Unter diesen zeichnete sich auch hierin Becher aus, und beförderte namentlich die Einrichtung tragbarer Oefen, die bis dahin wenig, oder nur geringe Hitze gebend, angewandt worden waren. Einen solchen Ofen, — welcher zum Destilliren (für feinere Operationen mittelst des Aufsatzes eines Wasserbades von einer Construction, die an den Beindorff'schen Apparat erinnert), zu gewöhnlichen Glühversuchen, und zur Hervorbringung der stärksten Hitze mittelst eines vorgelegten Gebläses dienen kann, — beschreibt er in seinem Laboratorium portatile (in dem überhaupt Alles, was damals für ein Laboratorium für nöthig erachtet wurde, mit solcher Genauigkeit verzeichnet ist, daß selbst Pes leporinus pro verrendis pulveribus, Mantile et Praecinctorium, Supparus vel Perizoma lineum und Tobaccus, Pipae et candela in Erinnerung gebracht werden). Diese tragbaren Oefen noch mehr zu verbessern, um die Hitze darin noch weiter treiben zu können, suchte vorzüglich Pott (um 1750); auch der Schwede von Engeström brachte (1772) noch Verbesserungen an, und trug dazu bei, die tragbaren Oefen in allgemeineren Gebrauch zu bringen.

Die neueren Angaben für die Construction von Oefen brauchen wir hier nicht aufzuzählen; gegen 1800 hatten diese Geräthschaften schon eine der jetzigen ziemlich nahekommende Gestalt.

Wir müssen hier auch Einiges über das Brennmaterial anführen, dessen man sich zu den verschiedenen Zeiten bediente. Schon Theophrast

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

(im 4. Jahrh. v. Chr.) erwähnt der Steinkohlen und daß sie zu denselben Zwecken wie die Holzkohlen dienen können; er berichtet auch, daß die ersteren seiner Zeit bereits in den Schmelzereien und bei den Schmieden in häufigem Gebrauch waren. Geber heizte viel mit Holz und schreibt zur Erlangung starker Hitze hartes, zur Erlangung schwacher Hitze weiches Holz vor. — Mit Torf heizten die Einwohner Flanderns schon im 14. Jahrhundert; für die Laboratorien empfahl dieses Brennmaterial Boyle, besonders für Destillationen, und suchte auch den Steinkohlen in diesen Anstalten mehr Eingang zu verschaffen. Seiner Zeit wurden diese zu ähnlichen Zwecken nur von den Scheidewasserfabrikanten angewandt, allein Boyle fand sie auch für andere Operationen brauchbar, namentlich wenn sie vorher schon einmal gebrannt (in Coaks verwandelt) seien.

Die bloße Anwendung der chemischen Oefen gewährte indeß nicht hinlängliche Mittel, um für jede Operation den angemessenen Wärmegrad zu erhalten. Für sehr hohe Temperaturen benutzte man bald die Einrichtungen anderer Gewerbe; Kunkel wandte die Hitze des Glasofens zu chemischen Operationen manchmal an, der Franzose Darcet (1766) die des Porzellanofens, um viele Substanzen dem stärksten Feuer auszusetzen. Aber auch für die sichere Anwendung gelinderer Temperatur hatte man schon früher Hülfsmittel erfunden und sie allmälig weiter ausgebildet. Ueber die wichtigsten davon wollen wir Einiges berichten.

Geber bereits wandte das Wasserbad an, Albertus Magnus und alle Folgenden bedienten sich desselben gleichfalls; es trug bei den Abendländern die Bezeichnung balneum Mariae. Geber bediente sich auch eines Aschenbades, ganz so, wie man bald darauf das Sandbad anwandte; Paracelsus glaubte besondere Vorzüge in einem Bade von Eisenfeilen zu finden. Er nahm auch zuerst das Dampfbad in Gebrauch, das nachher, besonders auf des Italieners Johann Costäus (um 1600) Empfehlung, zur Destillation der feineren aromatischen Wässer gewöhnlich angewandt wurde.

Die so erzeugte Wärme war indeß den Alchemisten oft noch nicht schwach genug. Schon Geber setzte deßhalb, um die Auflösung durch gelinde Wärme zu befördern, das Gefäß in Mist; besonders häufig aber wandte das Roßmistbad Raymund Lull an, und vermehrte die durch die Gährung jener Substanz entstehende Wärme durch einen Zusatz von Kalk; er wandte auch Bäder von gährenden Weintrestern, von Lohe und ähnli-

chen Substanzen an. Raymund Lull's Autorität brachte das Mistbad bei den Abendländern in besondern Credit; der Erste, welcher wirksam gegen diese Unreinlichkeit eiferte, war Basilius Valentinus. Dieser verwirft in der »Wiederholung vom großen Stein ꝛc.« die guten Wärmeapplicationen mit den schlechten: »Lampenfeuer mit spiritu vini ist nichts nütze, denn eine überschwengliche Unkost würde dadurch gewirkt; Roßmist aber ist ein Verderb, und kann damit die Materia durch keine vollkommene Gradus absolvirt werden.« Chemische Operationen. Wärmeapplication.

Aus dieser Stelle ersieht man, daß der Gebrauch der Spirituslampen im 15. Jahrhundert bereits versucht war. Allein erst in dem 17. Jahrhundert fanden sie für genauere wissenschaftliche Forschungen Anwendung; Boyle empfahl sie in seinem tractatus de infido experimentorum successu, und versicherte, der Weingeist gebe eine stärkere Lampenhitze als Oel; eine Spirituslampe wandte er auch bei den Versuchen an, wo er Blei schmolz und verkalkte, und die Absorption der Luft dabei nachwies. In dem folgenden Jahrhundert nahm der Gebrauch der Lampen noch mehr zu; doch wandte man jetzt häufig Oellampen an und verband mehrere zu einem besonderen Apparat, dem Lampenofen. Einen solchen beschrieb z. B. Baumé 1773 in seiner Chymie experimentale et raisonnée, einen andern Göttling 1794, und diese Einrichtungen kamen namentlich bei den Dilettanten in der Chemie viel in Gebrauch. Vorzüglich wichtig wurde für die chemischen Untersuchungen der Gebrauch der Lampe, als Argand (1783) seine bekannten Verbesserungen daran angebracht hatte; Guyton Morveau construirte (1798) eine chemische Lampe nach diesem Princip, welche ihrer Zeit für die Chemiker das war, was uns jetzt die Berzelius'sche Spirituslampe.

Um möglichst starke Hitzegrade hervorzubringen, versuchten die Chemiker der verschiedenen Zeitalter sehr verschiedene Mittel. So wandte schon Paracelsus Brennspiegel und Sammelgläser an, um das Verhalten der Körper in sehr hoher Temperatur zu untersuchen, und diese Instrumente waren lange Zeit für solchen Zweck die wirksamsten Mittel. So erkannte man mittelst derselben am Ende des 17. Jahrhunderts die Verbrennlichkeit des Diamants. Im Anfange des folgenden wurden damit noch zahlreichere Versuche zur Erweiterung der chemischen Kenntnisse angestellt, bald nachher, als Tschirnhausen Brenngläser von bis dahin unbekannter Wirksamkeit construirt hatte. Homberg 1702, St. F. Geoffroy 1709 waren in

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

solchen Untersuchungen besonders thätig. Noch 1774 war der höchste Hitzegrad nur mittelst großer Brenngläser zu erhalten, und mit einem verbesserten Apparate der Art operirte damals in Paris eine Commission, bei welcher sich auch Macquer und Lavoisier befanden. Bald indeß trat ein neues Hülfsmittel an die Stelle dieser Werkzeuge; Priestley hatte 1774 gleich bei der Entdeckung des Sauerstoffgases die ungemeine Fähigkeit desselben, die Verbrennung zu unterhalten, dazu angewandt, um starke Hitze damit hervorzubringen. Er leitete das Gas auf eine glühende Kohle, welche den zu erhitzenden Körper trug; dieselbe Vorrichtung wandte Lavoisier 1782 an, und untersuchte die Schmelzung und Veränderung vieler bis dahin als durch Feuer unzerstörbar betrachteter Körper. Noch größere Hitze erlangte Marcet 1813, indem er einen Strom von Sauerstoffgas auf die Flamme einer Weingeistlampe richtete. Eine noch stärkere Hitze fand man in der Verbrennung von Wasserstoff durch Sauerstoff; der älteste Apparat dafür wurde durch Hare (1801) angegeben, er ließ die beiden Gase erst im Moment der Verbrennung zusammentreten; eine Vorrichtung, um die beiden Gase zusammen zu comprimiren und das ausströmende Gemisch zu entzünden, construirte zuerst Newmann 1816.

Soviel über die verschiedenen Vorrichtungen zur Wärmeapplication. Ihre Leistungen bestimmte man in den verschiedenen Zeitaltern sehr verschieden. Geber unterscheidet für die höheren Temperaturen drei Grade, und bestimmt diese nach der Dicke des Ofens, in welchem sich um so stärkere Hitze hervorbringen lasse, je dicker seine Wände seien. So unbestimmt blieb die Temperaturangabe lange. Noch Libavius unterscheidet vier Wärmegrade in der Art, daß der erste der Hand noch nicht weh thun soll, der zweite soll der Hand weh thun, aber sie noch nicht verletzen, der dritte Grad ist die Temperatur des glühenden Eisens, der vierte der, welchen man überhaupt noch hervorbringen kann. Größere Genauigkeit brachte erst Boerhave in die Temperaturbestimmung der Chemiker, indem er die Unentbehrlichkeit des Thermometers bei chemischen Untersuchungen nachwies. In seinem Lehrbuche der Chemie finden sich zuerst genauere Temperaturangaben für Siede- und Schmelzpunkte u. s. w.; er drückte sie in Fahrenheit'schen Graden aus (Thermometer in der jetzigen Gestalt, mit einer Flüssigkeit gefüllt, construirten zuerst die Mitglieder der Academia del Cimento um die Mitte des 17. Jahrhunderts, um 1714 wandte Fahrenheit das Quecksilber zum Füllen derselben an). Sechs Grade der Wärme

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

nahm er für chemische Operationen an; der erste begreift die Temperaturen, innerhalb welcher die Pflanzen Lebenskraft zeigen, von 0° Fahrenheit bis 80°, der zweite die, wo Thiere leben, von 40° bis 94°, der dritte von da bis zur Temperatur des siedenden Wassers (212°), der vierte bis 600°, wo Vitriolöl und Quecksilber kochen, der fünfte Grad die höheren Temperaturen, welche durch Verbrennung hervorgebracht werden, der sechste endlich die stärkste Hitze, welche die Brenngläser ergeben. Immer mehr aber kamen solche Eintheilungen außer Gebrauch, und die Angabe nach Thermometergraden führte sich seit Boerhave allmälig ein.

Schmelzen.

Die verschiedenen Manipulationen, welche man mit Hülfe dieser Einrichtungen vornahm, können unmöglich hier alle ausführlicher historisch erörtert werden. Das Schmelzen mag die älteste derartige Operation sein; besondere Gefäße dazu aber ersannen erst die Alchemisten. Bei Plinius und Dioscorides werden Gefäße zu diesem Zwecke nur allgemein als Geschirr (mit denselben Worten wie für Kochgeschirr) bezeichnet; Geber bediente sich besonderer Schmelztiegel; Glauber rühmt schon die Almeroder als die besten.

Flußmittel.

Um das Calciniren der Metalle bei dem Schmelzen zu verhüten, überdeckte sie schon Geber mit Glas oder Borax (wenn anders die lateinischen Uebersetzungen sich des letztern Namens mit Recht bedienen); über die anderen Flußmittel werde ich bei der speciellen Betrachtung der sie constituirenden Substanzen berichten. —

Calciniren.

Das Calciniren war eine schon im Alterthum oft angewandte Operation, die theils nebenbei ausgeführt wurde (in den Cyprischen Kupferwerkstätten erhielt man z. B. durch Glühen des Kupfers das Oxyd desselben), theils zur Darstellung technischer Fabrikate (wie bei dem Bleioxyd und der Mennige), theils zur Arzneibereitung (wie bei dem Zink). Oeftere Erneuerung der Oberfläche bei geschmolzenem Metall, durch Umrühren, war bereits als die Calcination befördernd erkannt. Soviel lehren uns die Nachrichten von Plinius und Dioscorides. Auch später noch war die Calcination das vorzüglichste Mittel, um Metalloxyde darzustellen; für Geber war diese Operation so wichtig, daß er einen besonderen Ofen zu diesem Zwecke baute; auch Flüssigkeiten, wie Quecksilber, calcinirte er. Die Calcination als chemische Vorbereitung der Erze wurde erst später eingeführt; Agricola giebt zuerst genaue Nachricht davon. —

Krystallisiren.

Die Krystallisation mußte früh bekannt sein; zur Reinigung chemischer Präparate wandte sie zuerst Geber an, der z. B. mit ihrer Hülfe das Kochsalz reinigte;

Chemische Operationen. Basilius Valentinus wandte dasselbe Mittel zur Darstellung eines reinen Kupfervitriols an, und es blieb beständig in häufigem Gebrauch. — Sublimiren. Hinsichtlich der Sublimation vergleiche man die sogleich folgenden Angaben über die Destillation; Geber bediente sich bereits der Sublimation zur Darstellung und Reinigung von Präparaten, z. B. für den Quecksilbersublimat, er schrieb auch die Anwendung von Aludeln für diese Operation vor, und die unvollkommenste Art derselben, Substanzen in die Kohlen des Ofens zu legen und den Sublimat in dem Schornstein aufzufangen, wurde noch lange Filtriren. als die Geber'sche bezeichnet. — Das Filtriren endlich, dessen wir hier auch gedenken wollen, war lange bekannt und mannichfach abgeändert, bis die Chemiker es als ein vorzügliches Hülfsmittel zur Trennung annahmen. Zu Aristoteles' Zeiten schon kannte man die Filtration des Meerwassers durch Thon, um ihm die salzartigen Bestandtheile zu entreißen; die Filtration aber als chemische Verrichtung beschrieb Geber zuerst genauer, und bezeichnete sie mit einem besonderen Namen (destillatio per filtrum, abtröpfeln lassen durch ein Filter, im Gegensatz zu dem Abziehen der Flüssigkeit mittelst der gewöhnlichen Destillation, ist der Ausdruck dafür in den Uebersetzungen).

Ich verschiebe die Angaben über Cupelliren bis zur Geschichte der analytischen Chemie und der Berichterstattung über die Reinigungsmethoden der edlen Metalle, und wir wenden uns zur Betrachtung, wie sich die ohne Destilliren. Zweifel wichtigste chemische Operation, die Destillation, ausgebildet hat.

Die Destillation entstand aus der Benutzung der Wahrnehmung, daß der niedergeschlagene Dampf von Flüssigkeiten frei von den fixen Bestandtheilen der letzteren ist. So spricht schon Aristoteles davon, daß das Meerwasser durch Verdampfung trinkbar (frei von Salz) wird.

Ein Gefäß, worin man die Flüssigkeit verdampfte, ein Körper, an welchem sich die Dämpfe condensiren konnten, bildeten also die ersten Einrichtung der Destillation. Solche Einrichtungen finden wir auch schon bei den Alten. So war der Destillationsapparat beschaffen, von welchem Dioscorides berichtet; man erhitzte in einem irdenen Topfe Zinnober mit Eisen; man hatte einen Deckel (ἄμβικα) aufgesetzt, an welchen sich das freiwerdende Quecksilber ansetzte. (Dieser Deckel, ἄμβιξ, wurde von den Arabern später in eine bessere Form gebracht, der Name aber mit dem arabischen Artikel, Alambik oder Alembik, später für den Destillationsapparat überhaupt gebraucht.) So war auch die von Plinius beschriebene Destillationsgeräthschaft eingerichtet, in welcher man aus Terpenthinharz das Oel

gewann; das Harz wurde in einem Topfe erhitzt, über dessen Oeffnung Wolle ausgebreitet war, in welcher sich die Dämpfe condensirten. Noch im 3. Jahrhundert beschreibt Alexander von Aphrodisia einen solchen Apparat: Meerwasser wird trinkbar gemacht durch Erhitzen in Gefäßen, an deren Deckel sich reines Wasser niederschlägt.

Chemische Operationen. Destilliren.

Ein Jahrhundert später ist schon die Einrichtung getroffen, daß die Dämpfe in einem geschlossenen Raume niedergeschlagen werden. Derartige Vorrichtungen hatten die Alten schon gehabt, nur nicht auf die feuchte Destillation angewandt; das Zinkoxyd bereiteten sie nämlich, indem sie Messing oder Zinkerze in einem Ofen verbrennen ließen, dessen Rauchfang sogleich zu einem gewölbten Gemache erweitert war, wo sich das Oxyd dann absetzte. — Die nächste Verbesserung der Destillation war also, zwei Gefäße anzuwenden, eins für das Verdampfen, das andere für das Condensiren. Solche Apparate finden sich zuerst bei den Alexandrinern des 4. Jahrhunderts beschrieben. Synesius und Zosimus beschreiben Destillationsapparate, welche den heutigen sehr ähnlich sind. Auf einem Glaskolben oder einem topfähnlichen Gefäße ruht ein Helm, von welchem aus eine oder mehrere Röhren in Recipienten ausmünden. Helm und Blase waren damals immer noch getrennt. Derselben Geräthschaften bedienten sich die Araber und später die Abendländer (vergl. unten bei »Material der Gefäße«); erst die Letzteren fingen an, Blase und Helm in Einem Stück zu machen, aus dem älteren Destillirapparate die Retorte zu construiren. Dies zeigt auch schon der Name an, der lateinischen Ursprungs ist, während die meisten anderen Kunstausdrücke für Geräthschaften von den Arabern übernommen wurden (Retorta, sc. ampulla, ein [über dem Bauch] umgebogener Kolben). Die ersten tubulirten Retorten finde ich bei Basilius Valentinus erwähnt, wenigstens scheint diese Einrichtung damals ganz neu gewesen zu sein, da sie weitläufiger beschrieben [1]) und durch eine Abbildung ver-

[1]) So z. B. im vierten Buche des letzten Testaments, wo er vom Sulphure Solis handelt: »Weil ich versprochen, nichts zu verschweigen, und dann dieses zugleich mitunter gehört, will ich's erklären. Merke, daß du nehmest eine gute steinerne Retortam, so beschlagen und die Spiritus wohl halte, und nicht durchschlage, auch in der Gestalt, wie eine andere gemeine Retorta zu sein pfleget, ausgenommen, daß sie am obern Theil des Rückens noch eine Röhr habe, gleich über sich in die Höhe geführet, einen guten halben Spannen lang, und in der Weite, daß du ungefähr zween Finger darein stoßen kannst.«

Chemische Operationen. Destilliren.

deutlicht, auch von ihm selbst zu seinen Geheimnissen gerechnet wird. Derselbe trug auch zuerst für eine vollkommenere Abkühlung Sorge, die bis dahin sehr vernachlässigt worden war; erst Raymund Lull hatte angerathen, den Recipienten in kaltes Wasser zu legen; Basilius Valentinus erfand das Kühlfaß, und versah es mit einem Hahn, um darin immer das heiße Wasser durch kaltes ersetzen zu können.

Kitt, Beschlag.

Um die Gefäße während der Operationen besser in einander schließen zu lassen, wandte man früh schon die Verkittung an. Nach Dioscorides wird bei der von ihm beschriebenen Destillation des Quecksilbers der Deckel auf den Topf mit Thon aufgekittet. Albucases verband die Vorlage mit dem Helme durch Umbinden mit leinenen Tüchern. Complicirtere Vorschriften kommen bei den abendländischen Alchemisten vor; Albertus Magnus wandte verschiedene Arten von Kitt an, aus Kreide, Mehl und Eiweiß (Eiweiß und Kalk wurden nach Plinius schon bei den Römern zum Zusammenkitten der Gläser gebraucht) oder aus Thon, Kalk, Pferdemist und Salzwasser, oder aus Thon, Asche, Salz und Harn; Raymund Lull verband die Fugen der Gefäße durch Leinwand, worauf Mehl, mit Eiweiß angerührt, gestrichen war; die Glaskolben beschlug er mit Lehm, unter welchen Haare gemischt waren.

Wir haben jetzt die Einführung der verschiedenen chemischen Operationen kennen gelernt; es ist noch nöthig, Einiges über das Material der Gefäße zu sagen, dessen sich die Chemiker der verschiedenen Zeiten bedienten.

Material der Gefäße.

Irdenes Geschirr war das älteste Material, und lange Zeit am häufigsten angewandt. Synesius und Zosimus schreiben aber bereits gläserne Helme zu ihren Destillationsapparaten vor. Geber empfahl vor allem gläserne Gefäße, als diejenigen, welche am wenigsten porös seien und zudem nicht von den chemischen Stoffen angegriffen werden; die metallenen Gefäße verwarf er aus dem letzteren Grunde. Albucases destillirte aus einer Blase von Metall; der Helm und die Vorlage waren von Glas oder glasirter Töpferwaare. Auch Arnoldus Villanovanus destillirte in glasirten irdenen Gefäßen mit einem Glashelme; er warnte, wie auch Albertus Magnus, besonders vor kupfernen Geräthschaften, welche die Präparate mit grüner Farbe verunreinigen. Basilius Valentinus rühmt als vorzüglich zum chemischen Gebrauche geeignet die Töpferwaaren aus Waldenburg (in Sachsen), die er sehr feuerfest und dicht fand. Der

Chemische Operationen. Material der Gefäße.

häufigeren Anwendung von Glasgefäßen stand immer noch die unvollkommene Technik in der Glasblasekunst entgegen; die Alchemisten nahmen überdies die gläsernen Phiolen gern so dick wie möglich, und sie zeigten sich deßhalb so zerbrechlich, daß ihr Gebrauch eingeschränkt blieb. Im 16. Jahrhundert erhoben sich wieder viele Stimmen gegen die Anwendung von metallenen Gefäßen zu pharmaceutisch-chemischen Zwecken; der kaiserliche Leibarzt Erato von Kraftheim warnte vor den kupfernen, namentlich wenn sie zur Essigdestillation angewandt würden; der französische Leibarzt Ambroise Paré vor bleiernen Helmen und Kühlröhren, und solche Warnungen wiederholten sich später oft. Um 1600 kamen die Ipser (Reisblei-) Tiegel in häufigeren Gebrauch, deren Feuerbeständigkeit übrigens schon Agricola gekannt hatte; die Vorzüge der Almeroder Tiegel kannte Glauber und empfahl sie. Dieser Chemiker suchte auch hölzerne Gefäße da einzuführen, wo bisher nur theuere metallene angewandt worden waren; er beschrieb eine hölzerne Destillirgeräthschaft, wo die Flüssigkeit in der Blase durch Hineinleiten von Wasserdampf erhitzt wird. Die Anwendung von Glasgefäßen beförderte Kunkel dadurch, daß er das Glasblasen vor der Lampe lehrte und bei den Chemikern einführte. Die zinnernen Gefäße, welche bis dahin stets sehr geschätzt gewesen waren, machte Marggraf verdächtig, indem er sie alle für sehr arsenikhaltig ausgab; die daraus entstandene Besorgniß wurde indeß bald beschwichtigt. Pott verdient aus dem 18. Jahrhundert noch genannt zu werden wegen seiner Bestrebungen, eine Mischung zu möglichst brauchbaren thönernen Geräthschaften ausfindig zu machen. Porzellanene Schmelztiegel kamen in dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts in Aufnahme; namentlich empfahl sie H. F. Delius (Professor zu Erlangen) 1778. Eiserner Schmelztiegel bediente sich Bergman zum Aufschließen, silberner zu demselben Zwecke Klaproth. Die Platingeräthschaften wurden zuerst allgemeiner eingeführt, nachdem Wollaston sich mit der Fabrikation derselben (in dem Anfange dieses Jahrhunderts) beschäftigte; vorher konnte man dies Metall nur sehr schwer in kleine und zudem nicht reine Gefäße bringen.

Die verschiedenartige Ausbildung der Geschicklichkeit, chemische Operationen anzustellen, die verschiedenartigen Hülfsmittel, welche der Chemie hinsichtlich des Materials der Gefäße u. s. w. zu Gebote standen, repräsentiren sich während jedes Zeitalters vorzüglich in der Entwicklung der eigentlichen

Scheidekunst, der analytischen Chemie. Die Fortschritte, welche dieser Theil unserer Wissenschaft nach und nach gemacht hat, haben wir zwar im Allgemeinen im I. Theile manchmal angedeutet; eine vollständigere Zusammenfassung der einzelnen Angaben, welche über die Ausbildung der chemischen Analyse Auskunft geben, ist indeß unerläßlich, und zu ihrer Betrachtung, zu der genaueren Untersuchung, wie sich dieser einzelne Zweig, wie sich die wichtigeren Zweige der Chemie überhaupt entwickelten, wollen wir jetzt übergehen.

Geschichte einzelner Zweige der Chemie.

Geschichte der analytischen Chemie.

Die Wichtigkeit eines einzelnen Theils einer Wissenschaft, die Bedeutsamkeit der Ausbildung des erstern für die Entwicklung der letztern in ihrer Gesammtheit, läßt sich nach nichts besser ermessen, als danach, inwiefern die Geschichte des einzelnen Theils die Eigenthümlichkeiten der ganzen Wissenschaft theilt und repräsentirt. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, nimmt die Geschichte der analytischen Chemie unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch; wie die Chemie im Allgemeinen, so gewann auch der analytische Theil derselben die erste Grundlage seines heutigen Wissens in der Verfolgung von Zwecken, die sehr verschieden sind von dem jetzt als wahr erkannten und bei der Ausübung der Wissenschaft leitenden. Die analytische Chemie entwickelt sich aus einer Menge isolirter, oft zufällig gefundener, in ihrer eigentlichen Bedeutung früher fast stets verkannter Erfahrungen; erst sehr spät nimmt sie im Ganzen eine wissenschaftliche Form an, wenn auch einzelne Theile derselben, wie z. B. die metallurgische Probirkunst, schon verhältnißmäßig früh zusammengefaßt werden. — Was für die allgemeine Geschichte der Chemie in der Einleitung zu dem ersten Theile bemerkt wurde, gilt somit auch für die Geschichte dieses einzelnen Zweigs unserer Wissenschaft, wir müssen, wollen wir anders den Faden der Darstellung nicht zu oft unterbrechen, aus den früheren Zeiten nur die Beobachtungen hier hervorheben, welche später sich als die heutige analytische Chemie wirklich vorbereitend ausweisen; in die frühesten Zeiten müssen wir zurückgehen, wo man Bestandtheile aus Verbindungen, Metalle z. B. aus Erzen, zu ziehen wußte, ohne daß man sich nur irgendwie Rechenschaft abzulegen suchte, auf welchen Gründen die angewandten Methoden beruhen, ohne daß man in den verschiedenen Methoden das Gemeinsame und die Verschiedenheiten auch nur geahnet hätte. Wir müssen die wenigen besseren Beobachtungen aus jenen Zeiten kennen lernen, wo die analytischen Bestrebungen fast durchweg den Stempel des Irrglaubens an Metallverwandlung aufgeprägt

Einleitung.

Einleitung. haben, wo die Vervollkommnung einer Methode, edles Metall aus den Erzen zu ziehen, für eine künstliche Veredlung des Erzes, für ein Verfahren, mehr Metall aus dem Erz herauszubringen, als ursprünglich darin vorhanden ist, gehalten wird. Bis auf die neuere Zeit erstreckt sich der Einfluß des Glaubens, daß ganz verschiedenartige Stoffe in einander verwandelt werden können; das Ende des vorigen Jahrhunderts sieht noch den Streit, ob Kieselerde in Alaunerde umgewandelt werden kann. Welches Zutrauen, welche Geltung man dann analytischen Versuchen beilegte, wo solche Stoffe, deren Verwandlung in einander für möglich gehalten wurde, sich in Verbindung befinden, welche Untrüglichkeit der Resultate man damals überhaupt von der analytischen Chemie erwarten durfte, bedarf keiner weitern Besprechung. Aus diesen Zeiten dürfen wir nur das Wenige hier zur Berichterstattung beibringen, was späterer richtiger Erkenntniß zur Grundlage oder doch zur Benutzung diente; aber selbst der Zeit, wo diese richtigere Erkenntniß über die analytischen Operationen durchdrang, dürfen wir, dem Plane unserer Arbeit gemäß, hier nur eine kurze Beachtung schenken, da diese Zeit der Gegenwart zu nahe liegt, großentheils sogar ganz in die Periode fällt, welche für die analytische Chemie als die gegenwärtige noch gelten muß.

Nach dem Vorhergehenden kann es nicht wundern, wenn die Geschichte der analytischen Chemie, wie sie hier zu geben ist, wenig mehr als eine trockne Aufzählung einzelner Beobachtungen, einzelner Methoden, die sich als für diesen Zweig der Scheidekunst besonders bildend erwiesen, darbietet. Was die Geschichte der analytischen Chemie von allgemeinerer Bedeutung enthält, mußte in der allgemeinen Geschichte unserer Wissenschaft seinen Platz finden, deren Eigenthümlichkeiten, deren Richtungen und Theorien in so vielen Beziehungen durch den Zustand der analytischen Kenntnisse stets wesentlich bedingt waren. — Um die einzelnen Erfahrungen, die hier unsere Aufmerksamkeit verdienen, übersichtlich zu ordnen, bieten uns die verschiedenen Hülfsmittel, welche die analytische Chemie zur Zerlegung der Verbindungen in ihre Bestandtheile in Anwendung brachte, den besten Anhaltspunkt.

Wollen wir die Geschichte der analytischen Chemie in ihren Hauptrichtungen kennen lernen, so dürfen wir nicht allein diese danach trennen, wie sie der Zeit nach auf einander folgen, sondern wir müssen hier auch eine Sonderung vornehmen in Beziehung auf gleichzeitig in Anwendung

gebrachte Untersuchungsweisen, sofern diese während des ganzen Zeitraums fast, den wir hier zu betrachten haben, als verschiedenen Zwecken dienend angesehen wurden. — Als ein Hauptmittel — zuerst, einzelne Bestandtheile von Verbindungen darzustellen, dann, die Bestandtheile einer Verbindung überhaupt zu erkennen — galt von früher Zeit an die Anwendung stark erhöhter Temperatur auf die Verbindung, mit oder ohne Zusatz anderer Substanzen zu der zu untersuchenden. Die analytische Chemie auf trocknem Wege hat einen sehr frühen Ursprung; sie ist lange Zeit für gewisse analytische Operationen das einzig angewandte Hülfsmittel, sie erfordert eine eigene Darstellung. — Wenn auch schon früh in vereinzelten Beobachtungen sich zeigend, kommt doch die analytische Chemie auf nassem Wege erst viel später zu einem gleichen Grade der Sicherheit. Lange Zeit werden nur wenige ihrer Ergebnisse mit den bei denselben Substanzen auf trocknem Wege erhaltenen Resultaten für vergleichbar gehalten; für viele Substanzen glaubte man, durch Anwendung der einen Untersuchungsweise würden andere Körper, die als Bestandtheile der Verbindung erscheinen, erzeugt, als durch die andere. Auch die analytischen Operationen auf nassem Wege verlangen eine abgesonderte Berichterstattung, und aus diesen beiden Gesichtspunkten wollen wir die Geschichte der analytischen Chemie durchgehen, eine Trennung ihrer einzelnen Verfahrungsweise versuchend, welche zwar behufs der Darstellung ihrer heutigen Kenntnisse wenig angezeigt wäre, bei der Darstellung der Entwicklung dieser Kenntnisse aber allein zulässig erscheint.

Einleitung.

Den Eintheilungen der analytischen Chemie, welche sonst üblich und von Nutzen sind, ist somit hier nur untergeordneter Einfluß zuzugestehen. Die quantitative Analyse in ihrem Gegensatze zur qualitativen war hier nicht besonders hervorzuheben, da früher für die eine der analytischen Richtungen hauptsächlich die Bestimmung der Quantität, für die andere hauptsächlich die der Qualität als Ziel gesteckt war, und erst in der neuesten Zeit sich beide Richtungen zur Erreichung beider Zwecke vereinigten. Die Operationen auf trocknem Wege hatten nämlich fast in der ganzen Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, die Bestimmung, wieviel von einem oder von mehreren Bestandtheilen in einer Verbindung enthalten sei, zur Aufgabe; und sehr spät erst werden die Reactionen auf trocknem Wege auch zum Zwecke der vollständigeren Ausmittelung der qualitativen Zusammensetzung angewandt. Die analytische Chemie auf nassem Wege beschäftigte sich hingegen lange Zeit

Einleitung.

nur mit der Bestimmung der Art der Bestandtheile, und erst seit Kurzem versteht man vermittelst ihrer auch die Menge derselben zu ermitteln. In der Vereinigung beider Methoden zur Lösung beider Aufgaben lag die Bedingung, von welcher die Erreichung der Genauigkeit, welche heutzutage den analytischen Angaben zusteht, abhing.

Wir berücksichtigen ferner hier zunächst nur die Entwicklung der Zerlegungskunst für unorganische Substanzen, da die Geschichte der organischen Analyse mit der Geschichte der ganzen organischen Chemie in zu nahem Zusammenhange steht, als daß sie davon zu trennen wäre.

Die Erkenntniß der Thatsachen, welche die analytische Chemie auf trocknem Wege bilden, soll uns hier zuerst beschäftigen.

Analytische Operationen auf trocknem Wege.

Erste Erkenntniß der analytischen Operationen auf trocknem Wege.

Die analytischen Operationen auf trocknem Wege verdanken ihre früheste Bekanntwerdung dem Streben, aus Verbindungen, welche werthvolle Bestandtheile enthalten, diese, und zwar möglichst rein und möglichst vollständig, abzuscheiden. Diese Operationen haben schon in sehr früher Zeit den Zweck quantitativer Bestimmung. Die Ermittlung des Gehalts von Metalllegirungen an edlen Metallen war in dieser Beziehung die erste Aufgabe, die man sich setzte; in der Bearbeitung dieser Aufgabe fand lange Zeit hindurch die analytische Chemie auf trocknem Wege, die quantitative Analyse überhaupt, ihre einzige Ausbildung.

Die metallurgischen Scheidungsmethoden bilden somit den Anfang des hier Mitzutheilenden, und in ihnen entwickelt sich die analytische Chemie auf trocknem Wege besonders; es kommen später noch viele Beobachtungen über die Reactionen anderer Körper hinzu, wie sie ohne weitere Auflösungsmittel als die Anwendung der Wärme auf einander wirken; die Einführung des Löthrohrs in die Chemie und die Ausbildung des Verfahrens, es zu gebrauchen, giebt endlich den letzten Gegenstand ab, den wir in diesem Abschnitte zu besprechen haben.

Ueber die analytischen Methoden, welche bis zu dem 2. Jahrhundert

Erste Erkenntniß der analytischen Operationen auf trocknem Wege.

vor unserer Zeitrechnung in Gebrauch gewesen sein mögen, ist uns nichts aufbewahrt worden. Was von dem in jener Zeit schon bekannt gewesenen allenfalls hierher gehören möchte, dürfte sich darauf beschränken, welche Zusätze man z. B. den Erzen gegeben, um aus ihnen das darin enthaltene Metall auszuschmelzen. Es ist indeß hierüber nichts bis auf uns gekommen. — Eigentliche chemische Scheidungsmethoden, selbst für die Gegenstände, welche bald die vorzüglichste Gelegenheit zur Ausbildung der Analyse boten, scheinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte nicht versucht worden zu sein. Mit großer Wahrscheinlichkeit läßt sich behaupten, daß in dem 3. Jahrhundert v. Chr. man Legirungen von Gold und Silber, selbst wenn man die Natur ihrer Bestandtheile kannte, nicht zu zerlegen wußte, ja daß man damals nicht einmal daran dachte, durch chemische Mittel die Bestimmung des einen Bestandtheils zu versuchen. Es beweist dies die bekannte Geschichte, nach welcher Archimedes (285—212 v. Chr.), der mit allen naturwissenschaftlichen Kenntnissen seiner Zeit ausgerüstete Gelehrte, eine Krone untersuchen sollte, die König Hiero von Syrakus hatte anfertigen lassen, und in Bezug auf welche Verdacht vorlag, der Künstler habe einen Theil des dazu bestimmten Goldes zurückbehalten und das fehlende Gewicht durch Silber ersetzt. Archimedes wußte nach längerem Sinnen kein anderes Mittel, hierüber zu entscheiden, als das specifische Gewicht des Kleinods zu bestimmen und mit den Dichtigkeiten des reinen Goldes und Silbers zu vergleichen. Die Möglichkeit der chemischen Zerlegung scheint also damals noch nicht erkannt gewesen zu sein, denn wenn auch die einzelnen Umstände dieser keineswegs hinlänglich verbürgten Geschichte vielleicht ungenau sind, so lebte doch der Erzähler derselben, Vitruvius (im 1. Jahrhundert v. Chr.), der Zeit des Archimedes zu nahe, als daß seine Mittheilung nicht über den Stand der damaligen Kenntnisse, die Menge eines Bestandtheils in einer Legirung zu ermitteln, Aufschluß geben könnte.

Entdeckung der Cupellation.

Aus dem 2. Jahrhundert v. Chr. wird uns über Verfahrungsweisen berichtet, die bei weiterer Ausbildung die ersten Operationen der analytischen Chemie bildeten. Sie betreffen die reinere Darstellung der edlen Metalle, und namentlich des Goldes; es geschieht um diese Zeit der ersten Versuche der Cupellation Erwähnung. Agarthides von Knidos, ein Schriftsteller aus dem 2 Jahrhundert v. Chr., ist der Erste, der hierüber etwas mitgetheilt hat, wo er in seiner Beschreibung des rothen Meeres auch von dem Goldbergbau der Aegypter spricht. Sein Werk ist verloren gegangen;

Entdeckung der Cupellation.

doch hat Diodor von Sicilien die betreffenden Stellen uns aufbewahrt. Agarthides spricht hier zuerst von der mechanischen Absonderung des Goldes aus dem Erz (durch Pochen und Waschen); den Goldstaub, fährt er fort, übernehmen andere Werkmeister, schütten ihn in irdene Gefäße, setzen nach einem bestimmten Gewichtsverhältniß Blei, Salz, ein wenig Zinn und Gerstenkleie zu, schließen die Tiegel mit Deckeln, die sie genau mit Lehm verstreichen, und halten sie fünf Tage und fünf Nächte im Feuer eines Schmelzofens. Nach dessen Erkalten findet man in den Gefäßen reines Gold, mit einem geringen Verluste, aber nichts von den zugesetzten Stoffen.

Diese Beschreibung läßt die stattgefundene Operation deutlich erkennen; es war im Wesentlichen die noch gebräuchliche Bleiarbeit. Die Unzweckmäßigkeiten des angegebenen Verfahrens beruhen vielleicht auf der Unkenntniß des Berichterstatters, der nicht Mann vom Fach war, wahrscheinlich aber auch auf der Unvollkommenheit des damaligen Wissens. Die Verkittung der Tiegel wird schwerlich luftdicht gehalten haben, und das Blei darin konnte sich mit den anderen dem Gold beigemischten Substanzen verkalken; die Oxydation des Bleies wurde befördert durch einen Zusatz von Zinn, verzögert durch die Zugabe einer organischen Substanz. Dafür aber auch wurde desto länger erhitzt.

Eine solche Operation, wodurch das Gold gereinigt wurde, nannten die Griechen ὄβρυζα, das so geläuterte Gold selbst χρυσίον ὄβρυζον. Die Römer lernten das Verfahren erst von den Griechen kennen, denn es findet sich bei ihnen die griechische Bezeichnung unverändert wieder. Obrussa heißt nach der Definition des Plinius die Reinigung des Goldes durch Feuer; die Operation wurde bei den Römern häufig angewandt, denn es erinnern an sie in bildlicher Sprache auch Schriftsteller, die über andere Gegenstände als die Metallurgie schrieben; obrussa heißt bei Seneca u. a. das Prüfungsmittel der Gesinnung z. B., gerade wie wir jetzt den von demselben Gegenstande entlehnten bildlichen Ausdruck Probirstein brauchen.

Wir sehen hier eine Art der Cupellation zur Reinigung des Goldes angewandt; dasselbe Verfahren wurde bald auch zur Reinigung des Silbers benutzt. Der Geograph Strabo (zur Zeit der Geburt Christi) berichtet über die Darstellung des reinen Silbers in Spanien. Das abgewaschene Erz wurde hier mit Blei geschmolzen, und nachdem dieses, wie Strabo sich ausdrückt, abgegossen (weggeschafft) worden war (ἀποχυθέντος τοῦ μολύβδου), blieb reines Silber. Auch Plinius' Aussage, so kurz sie ist

und so unverständlich ihm selbst die Operation gewesen zu sein scheint, bestätigt, daß zur Reinigung des Silbers dieses mit Blei cupellirt wurde, denn er sagt: Excoqui (das silberhaltige Erz) non potest, nisi cum plumbo nigro aut cum vena plumbi, — — — — et eodem opere ignium descendit pars in plumbum, argentum autem innatat, ut oleum aquis. Hier ist der Uebergang des verunreinigenden Theiles in das Blei und das Aufschwimmen des reinen Silbers auf den Schlacken unverkennbar ausgedrückt.

Entdeckung der Cupellation.

Diese Methoden führten allerdings zum Ziele, wenn es darauf ankam, nur die edlen Metalle von den unedlen zu scheiden, allein mittelst ihrer konnte man nicht Gold und Silber von einander trennen. Diese Aufgabe galt überhaupt in dem Alterthume für eine der schwersten; noch im 6. Jahrhundert nach Chr. war dies der Fall, wie aus den Institutionen des Justinianus (um 530) zu ersehen ist, wo die Scheidung von Gold und Silber an Schwierigkeit der Trennung von Wein und Honig verglichen wird. Zu jener Zeit indeß, wo die Römer ihren Höhepunkt in technischer Fertigkeit erreicht hatten, waren auch Mittel bekannt, das Gold von Silber rein zu gewinnen. Die Operationen, welche man unter dem Namen der Cementation begreift, haben in jener Zeit ihren Ursprung. — Undeutlich in Bezug hierauf ist Strabo, der über die seiner Zeit in Spanien übliche Verfahrungsweise nur mittheilt, man setze das Gemisch aus Gold und Silber auf's Neue dem Feuer aus, so bleibe das Gold rein zurück; denn er verschweigt die nothwendigen Zusätze. Daß aber solche beigegeben wurden und welcher Art sie waren, berichtet Plinius deutlich: Torretur (die Legirung) cum salis grumo, ponderis triplici misso (torretur cum salis gemino pondere, triplici myseos [Vitriol] nach einer andern Lesart), et rursum cum duabus salis portionibus, et una lapidis quem schiston vocant (Alaunschiefer?); ita virus tradit rebus una crematis in fictili vase, ipsum purum et incorruptum. Die Cementation erst mit Salz und dann mit Salz und Alaunschiefer (oder erst mit Salz und Vitriol und dann mit Salz und Alaunschiefer) war also damals bekannt und angewandt.

Trennung des Silbers vom Golde bei den Alten.

Soweit reichen die Nachrichten über analytische Operationen auf trocknem Wege, die wir aus dem Alterthum besitzen. Die Zeit von dem 1. bis 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung brachte ihnen keine Verbesserungen, keinen Zuwachs; erst die arabischen Chemiker nehmen unsere Aufmerksamkeit wieder in Anspruch durch genauere Kenntniß dahin gehöriger Verfahrungs-

weisen. Unter ihnen ist vorzüglich Geber hervorzuheben, der das Technische der Cupellation fast nach ihrem heutigen Standpunkte kannte. In der Summa perfectionis magisterii beschreibt er die Aschenprüfung (examen cineritii), wie er die Cupellation nennt, nach der lateinischen Uebersetzung folgendermaßen: Est modus illius (der Cupellation), ut tollatur cinis cribellatus, aut calx, aut pulvis ossium animalium combustorum, aut horum omnium commixtio, aut quorundam. Dehinc itaque cum aqua madefiat, et super illud prematur manus, et fiat stratum firmum et solidum, et in medio strati fiat rotunda fovea solida et polita, et super illius foveae fundum spargatur vitri triti quantitas aliqua. Deinde vero exsiccari permittatur, et cum siccatum fuerit, ponatur illud, de cujus intentione sit tolerare examen, in foveam dictam, et super illam ignis fortis carbonum succendatur, et super faciem examinabilis suffletur corporis, donec fundatur; quo fuso, Saturni partem post partem projiciamus in illud, et super illud suffletur cum flamma fortis ignitionis, et dum videris illud agitari et moveri, motu concussionis forti, non est purum; exspecta igitur, donec totum evanescat plumbum, quod si evanuerit, et non cessat illius motus, non est depuratum. Iterato igitur super illud plumbum projice, et super illius faciem iterato suffla, donec plumbum separetur, quod si non quieverit, iterato plumbi projectionem, et sufflationem, et illius faciem perquire, quousque quiescat, et tu videas illud mundum et clarum in superficie sua. Geber fügt hinzu, daß man die Operation beschleunigen könne durch Zusatz von Salpeter, seiner Meinung nach, weil dieser die Schlacken (sordes) schneller einsaugen lasse. Er weiß, daß sich durch die Cupellation Kupfer, Zinn und Blei vom Gold und Silber scheiden lassen, und daß diese beiden die einzigen Metalle sind, welche dieser Probe widerstehen.

Genauere Beschreibung der Cupellation durch Geber.

Geber's Kenntnisse erhielten unter den Chemikern, welche ihm aus seinem Volke nachfolgten, keinen Zuwachs; bei den Abendländern, welche die chemischen Operationen der Araber weiter ausbildeten, finden wir in dem 13. Jahrhundert erst wieder beachtungswerthe Verbesserungen der analytischen Operationen auf trocknem Wege. Sie drehen sich indeß alle noch um die Aufgabe, Gold uud Silber zu prüfen, wie dies natürlich in jener Zeit eine Hauptaufgabe sein mußte, wo alle chemischen Versuche auf die künstliche Darstellung dieser edlen Metalle hingingen. Um ächtes Gold und Silber von falschem zu unterscheiden, kennt Albertus Magnus noch kein besse-

res Mittel, als das Metall oft wiederholt starkem Feuer auszusetzen; in seiner Schrift de rebus metallicis et mineralibus versichert er, daß er alchemistisches Gold untersucht habe, welches zwar sechs- oder siebenmal das Feuer ausgehalten habe, noch öfter und stärker erhitzt aber doch sich verschlackt und als falsch ausgewiesen habe. Die Reinigung des Goldes und Silbers durch die Cupellation kannte er gut; das Verschwinden des Bleies bezeichnet er als ein Verdampfen desselben; purificatur argentum, sagt er in dem eben genannten Werke, in igne cum plumbo, et per ustionem exhalat plumbum et separantur sordes ab argento. Das Gold reinigte er durch Cementation und beschrieb diese gleichfalls in der Schrift de rebus metallicis zuerst genau: Attenuatur aurum in laminas breves et tenues, et ordinantur in vase, ita quod quilibet ordo laminarum subtus et supra habeat pulverem fuliginis et salis et lateris farinarum commistorum, et decoquitur in igne forti, donec purissimum est, et consumuntur in eo substantiae ignobiles.

Reinigung des Goldes und Silbers bei Albertus Magnus.

Die hier genannten Mittel zur Scheidung edler Metalle waren auch in dem 14. Jahrhundert in den Münzhäusern und wo es sich um genaue Bestimmung handelte, die einzig angewandten. Eine Verordnung Philipp's von Valois von 1343 schreibt den französischen Münzprobirern sehr genau die Anwendung der Cupellation vor, die Verfertigung der Capellen, die Anwendung silberfreien Bleies und den Gebrauch genauer Waagen.

Basilius Valentinus fügte in dem 15. Jahrhundert den analytischen Operationen auf trocknem Wege, die immer noch die Trennung edler Metalle fast ausschließlich zum Zwecke hatten, eine neue hinzu, die Scheidung des Goldes durch den Guß mit Antimon. In der Offenbarung der verborgenen Handgriffe beschreibt er sie folgendermaßen: »Nimm Gold, so viel du willst, und sechsmal so viel des besten ungarischen Antimonii (Schwefelantimon), thue es in einen Schmelztiegel und laß es wohl fließen; wenn es wohl geflossen ist, so geuß es in einen Gießpuckel. — — Wenn es kalt geworden ist, so thue den Antimonium aus dem Gießpuckel, schlage den König von den Schlacken ab, wiege den König, setze demselben wiederum sechsmal so schwer neues Antimonium zu, und mache es wie zuvor. — — Dann zum drittenmal — wiederum — wie zuvor. Wenn solches vollbracht ist, so setze den Regulum auf einem breiten Treibscherben in einen Ofen, unter einer Muffel, gieb ihm anfänglich ein gelind Feuer, darnach stärker, bis das Antimonium davon verraucht ist, und ein gelber

Reinigung des Goldes durch Spießglanz.

Goldkuchen liegen bleibt.« Dann soll das Gold geschmolzen werden, bis es vollkommen geschmeidig ist. — Basilius Valentinus erreicht hier durch die öftere Wiederholung der Operation, was man später durch eine einzige, aber mit Zusatz von Schwefel, erreichen lernte, nämlich auch Gold, welches einen stärkeren Gehalt an anderen Metallen hat, vollkommen zu reinigen.

Agricola's Kenntnisse von Operationen auf trocknem Wege.

Agricola, in dem 16. Jahrhundert, kennt kein neues hierher gehöriges Verfahren, welches besondere Besprechung verdiente; mit allen vorhergehenden Operationen ist er indeß wohl vertraut. Die Prüfung der Erze auf trocknem Wege behandelt er zwar in dem 7. Buche de re metallica ausführlich, allein es wird dabei stets vorausgesetzt, daß schon bekannt sei, welches Metall sie enthalten, und seine Operationen zur Bestimmung des Werthes des Erzes sind dann im Kleinen dieselben, wie sie seiner Zeit auch im Großen zur Ausziehung der Metalle angewandt wurden; das Erz wird mit verschiedenen Zusätzen ausgeschmolzen, bei quecksilberhaltigen der Gehalt an Quecksilber durch Destillation des Erzes mit verschiedenen Zusätzen bestimmt. In dem 10. Buche desselben Werkes beschreibt er die Scheidung des Goldes vom Silber auf trocknem Wege ausführlich; die im Vorhergehenden schon besprochenen Verfahrungsweisen sind ihm genau bekannt; die Scheidung vermittelst des Gusses mit Schwefel wird von ihm zuerst genau beschrieben.

Agricola's Nachfolger beruhigten sich mit den Kenntnissen über die chemische Prüfung auf trocknem Wege, wie sie von jenem zusammengestellt worden waren. Dieser Theil der Scheidekunst machte im Laufe des 17. Jahrhunderts nur geringe Fortschritte; wir haben uns bei den unbedeutenden Einzelnheiten, welche neu erkannt wurden, hier nicht aufzuhalten. Was in jener Zeit genauer und allgemeiner bekannt wurde, und später für die Kenntniß der Reactionen auf trocknem Wege Wichtigkeit erlangte, waren die Erfahrungen über die Färbung von Glas durch die verschiedenen Metalle (vergl.: Glas, im III. Theile). Glauber beschäftigte sich viel damit, die edlen Metalle aus ihren Verbindungen rein abzuscheiden, und machte vorzüglich darauf aufmerksam, wie sehr der Zusatz von Salpeter die Abscheidung der unedlen Metalle befördert.

In dem 18. Jahrhundert endlich schlug die analytische Chemie auf trocknem Wege die Methode ein, welche noch jetzt als die wichtigste und vorzüglich angewandte anerkannt wird. Die Probirkunst mit dem Löthrohre wird in die Chemie eingeführt.

Vorbereitet war dies durch die Kenntniß der Operationen auf trocknem Wege, deren wir in dem Vorhergehenden gedachten; durch die Erfahrungen über die Trennung der edlen Metalle, über die Färbung der Flüsse durch die unedlen. In der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts kamen noch mehr Beobachtungen hinzu, welche die chemische Kenntniß von den Reactionen gewisser Substanzen auf trocknem Wege vermehrten. Pott's Arbeiten über das Verhalten der Erden und Steine im Feuer, welche er 1745 begann und lange fortsetzte, lehrten viele dieser Körper nach den Erscheinungen kennen, welche sie zeigen, wenn sie für sich, oder mit verschiedenen Salzen oder mit Glas, oder endlich mit anderen erdartigen Substanzen in verschiedenen Verhältnissen gemischt, stark erhitzt werden. Als Kennzeichen wurden hierbei fast ausschließlich die Schmelzungsverhältnisse berücksichtigt. So z. B. berichtete er über die Unschmelzbarkeit des Thons bei der höchsten Temperatur, die er noch erreichen konnte, und über die Schmelzbarkeit desselben bei einem Zusatz von Kalk, oder Borax oder Flußspath, oder Bleioxyd, oder Gyps, und gab das verschiedene Aussehen der geschmolzenen Massen an, je nachdem mehr oder weniger von dem Zusatz angewandt ist.

Vorbereitung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Alle Prüfungsmethoden, welche wir bis jetzt besprochen haben, wurden im Großen vorgenommen; die Mischung geschah in Tiegeln, das Erhitzen in Oefen. Seit der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde die Methode etwas bekannter, die Proben im Kleinen anzustellen, und sich zur Erhitzung des Löthrohrs zu bedienen. Wenn wir die Geschichte dieses analytischen Verfahrens vollständiger überblicken wollen, müssen wir etwas zurückgehen, um über den ersten Gebrauch des Löthrohrs Aufschluß zu erhalten, und zu erfahren, wie es in die Chemie eingeführt wurde.

So alt auch die Kunst des Löthens ist, die bei den Alten bereits Anwendung fand; so früh auch schon bekannt war, daß man dem Glas (vergl. da) durch Blasen eine bestimmte Form geben kann, so scheint doch vor der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts das Löthrohr zum einen oder zum andern Zwecke nicht angewandt gewesen zu sein. Bei allen Operationen, welche man jetzt mit Hülfe dieser Vorrichtung ausführt, findet man, bis zu dem angegebenen Zeitpunkte, des Löthrohrs nicht erwähnt. Der sog. hermetische Verschluß, nämlich die Mündung eines Glasgefäßes zuzuschmelzen, wird nach Libavius' 1613 gegebener Vorschrift in der Art bewerkstelligt, daß man den wie eine lange Röhre geformten Hals des Gefäßes im bloßen Feuer zusammenfließen läßt, und derselbe Chemiker schreibt noch vor, den

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Verschluß, wenn die Röhre weit sei, in der Art zu bewirken, daß man sie im Kohlenfeuer erhitze und mit einer Zange zusammendrücke und um sich selbst drehe. Von einer Bearbeitung des Glases vor dem Löthrohre scheint also damals noch keine Rede gewesen zu sein. Auch die übrigen Schriften jener Zeit, bei welchen man eine Erwähnung des Löthrohrs zu finden hoffen könnte, die technischen und von der Glasfabrikation handelnden, enthalten nichts darüber. Gedacht wird seiner zuerst um 1660 in den Berichten über die Versuche der Academia del Cimento zu Florenz, und zwar in einer Art, die es als ein damals noch sehr wenig bekanntes Instrument ansehen läßt. Thermometer und ähnliche Apparate werden hier als die Fabrikate von Künstlern angeführt, welche sich ihrer eigenen Wangen als eines Blasbalges bedienen, indem sie ihren Athem durch ein Werkzeug von Krystallglas in die Flamme blasen und durch dieses Mittel feine Arbeiten von Glas verfertigen.

Es ist dies die erste sichere Nachricht über den Gebrauch des Löthrohrs; doch fand es damals noch keine Anwendung in der Chemie. Den Nutzen einer ähnlichen Einrichtung für die Scheidekunst nahm man indeß bald wahr. In Kunkel's Ars vitraria experimentalis (erschien zuerst 1679) findet man den Glasblasetisch mit dem doppelten Blasbalg beschrieben, und dabei auch angeführt, daß eine solche Vorrichtung einem Chemiker für viele Dinge nützlich sei; so z. B. dürfe man, um einen Metallkalk zu reduciren und das darin enthaltene Metall zu bestimmen, nur eine Kohle aushöhlen, den Metallkalk in die Höhlung legen und vermittelst jener Vorrichtung die Flamme darauf richten.

Bald wurde das Löthrohr den Chemikern, und zwar hauptsächlich den Metallurgen, zu allgemeinerem Gebrauche angerathen. Der Erste, welcher dies öffentlich that, war ein deutscher Bergwerkskundiger, Johann Andreas Cramer [1]). In seinen (1739 zuerst herausgekommenen) Elementis

[1]) J. A. Cramer war geboren zu Quedlinburg 1710, studirte anfangs die Rechte, beschäftigte sich aber von 1734 an mit der Bergwerkswissenschaft und Chemie. Er ging bald darauf nach Holland, wo er in Leyden Metallurgie vortrug und sein obengenanntes Werk vorbereitete, bereiste 1738 und 1739 England und später das sächsische Erzgebirge, und wurde 1743 braunschweigischer Kammerrath beim Berg- und Hüttenwesen. Aus diesem Dienste trieben ihn 1773 die Verfolgungen neidischer Feinde; er bereiste noch 1775 die ungarischen Bergwerke und kehrte 1777 nach Deutschland zurück, in welchem Jahre er zu Berggieshübel starb.

artis docimasticae empfiehlt er es zur Schmelzung kleiner Metallstücke oder zur schnellen Prüfung anderer Fossilien in kleinen Quantitäten. Es wird auch hier fast nur das Schmelzen auf Kohle als das zu beachtende Kennzeichen berücksichtigt; doch findet auch der Zusatz von Borax Anwendung. Das Löthrohr soll aus Kupfer verfertigt werden und unten mit einer, einen Zoll weiten, Kugel versehen sein, um die Feuchtigkeit aufzufangen. Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Das Blasen mit dem Munde scheint indeß den Metallurgen damals noch zu beschwerlich gewesen zu sein, denn statt weiterer Ausbildung der Löthrohrproben findet man aus jener Zeit fast nur Vorschläge, statt des von Cramer zuerst angerathenen Löthrohrs eine Vorrichtung mit doppeltwirkendem Blasbalg zu gebrauchen. Dies rieth schon 1739 ein sächsischer Bergbeamter, Carl Friedrich Zimmermann, der aber gleichfalls nur das Schmelzen an den Fossilien beachtete, und Cramer selbst gab in einem spätern Werk (den Anfangsgründen der Metallurgie, 1774) außer der Beschreibung des Löthrohrs auch noch die eines solchen künstlichen Blasapparates an.

Zu eigentlich chemischen Versuchen wurde das Löthrohr am frühesten in Schweden gebraucht. Bereits 1746 wandte es Swen Rinmann zu der Untersuchung eines eisenhaltigen Zinnerzes an, welches er vor jenem Apparate einer Art Saigerung unterwarf, und prüfte auch in der Folge noch mehrere andere Fossilien in dieser Beziehung. Gleichzeitig mit ihm beschäftigte sich der schwedische Bergrath Anton von Swab mit Löthrohrproben, und zwar soll er dies bereits um 1738 gethan haben, wie Bergman in seiner Commentatio de tubo ferruminatorio berichtet; wonach Swab gewöhnlich als der Erste bezeichnet wird, der sich des Löthrohrs zu chemischen Untersuchungen bedient habe. Die erste Abhandlung Swab's indeß, in welcher von einer Anwendung des Löthrohrs die Rede ist, datirt von 1748 (sie behandelt die Untersuchung eines natürlich vorkommenden Spießglanzkönigs), und es steht dahin, ob Bergman's Angabe nicht auf einem Schreib- oder Druckfehler beruhe. Später wandte Swab das Löthrohr noch zur Untersuchung anderer Mineralien an. Engeström, dessen hierhergehörige Leistungen wir sogleich zu betrachten haben, versichert, daß nicht Swab, sondern Cronstedt [1]) den ersten Gedanken, mit dem Löth- Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

[1]) Alexander Friedrich Cronstedt war 1722 geboren. Er widmete sich der Bergbauwissenschaft und in Verbindung damit der Chemie. Als eins der thätigsten Mitglieder der Stockholmer Akademie starb er 1765.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

rohr Mineralien zu untersuchen, gehabt habe, und daß ersterer selbst dem letzteren diese Ehre zugestanden habe.

Cronstedt erwähnte des Löthrohrs zuerst 1751, bei Gelegenheit seiner Versuche mit dem Nickel; besonders empfahl er es den Mineralogen in seinem „Försök til Mineralogie“ (Versuch der Mineralogie). Dies Buch erschien zuerst 1758 ohne Nennung des Autors, so daß Linné glaubte, vielleicht eben wegen der darin hervorgehobenen Prüfungsmethode, Swab sei der Verfasser. Cronstedt schätzte die Löthrohrversuche hoch, weil er mittelst ihrer die Bestandtheile der Mineralien leichter zu erforschen gedachte, und auf die chemische Zusammensetzung der Fossilien die Klassification derselben gründen wollte. Er bereits wandte als vorzüglichste Reagentien die Soda, den Borax und das leichtschmelzbare Harnsalz an.

Cronstedt war auch der Erste, der alles zu Löthrohrproben Nöthige zu bestimmen und in eine compendiöse Form zu bringen suchte, der den ersten tragbaren Löthrohrapparat construirte, wie Engeström berichtet, welcher später vorzüglich zur Ausbreitung der Kenntnisse über das Löthrohr beitrug.

Die Nothwendigkeit dieses Instruments für die Chemiker wurde indeß jetzt eingesehen. Wallerius führte 1759 es zuerst in einem chemischen Handbuche unter den nothwendigen Apparaten eines Scheidekünstlers an, ohne indeß auf den Gebrauch desselben weiter einzugehen. Die erste Anleitung dazu gab Gustav von Engeström, schwedischer Münzwardein, als Anhang zu seiner (1770 publicirten) englischen Uebersetzung des Cronstedt'schen Versuchs einer Mineralogie. Die Abhandlung wurde bald abgesondert in Uebersetzungen weiter verbreitet; sie enthält die Art und Weise, wie Cronstedt das Löthrohr anwandte, und die Beschreibung des tragbaren Apparates, dessen dieser sich bediente.

Zu derselben Zeit, wo Engeström's Anleitung herauskam, begann auch Bergman sich mit Löthrohrversuchen zu beschäftigen. Anfangs publicirte er in einzelnen Abhandlungen nur nebenbei die Resultate, welche ihm die Löthrohrprüfung für den gerade behandelten Gegenstand ergeben hatte; so beschrieb er z. B. 1773 in einer Abhandlung von den Erdarten auch das Verhalten der Kalk-, Magnesia-, Alaun- und Kieselerde vor dem Löthrohre; 1777 in seiner disquisitio de terra gemmarum das der Edelsteine, und in mehreren anderen das Verhalten anderer einzelner Mineralien; 1777 indeß bereits hatte er die Zusammenstellung seiner Erfahrungen über die Löthrohrprüfung der Mineralien vollendet, welche 1779 als Commentatio

de tubo ferruminatorio herauskam. Man findet hier die genaue Beschreibung des Löthrohrs, welchem Bergman eine etwas veränderte Einrichtung gab, die erste genauere Unterscheidung der innern und der äußern Flamme, die Anweisung für den Gebrauch der Reagentien, als deren vorzüglichste auch Bergman die Soda, den Borax und das Phosphorsalz erkannte. In einem zweiten Abschnitte endlich beschrieb er das Verhalten der Erdarten, der Salze, der entzündlichen Stoffe, der Metallkalke, Metalle und Erze vor dem Löthrohre [1]).

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Bergman setzte die Löthrohrprüfungen auch noch nach der Herausgabe dieser Schrift eifrig fort; noch mehr aber zeigte sich dafür einer seiner Schüler, Gahn [2]), thätig. Schon in der Commentatio de tubo etc. wird Gahn von Bergman als derjenige genannt, welcher die Anwendung des Löthrohrs zur Prüfung von Mineralien besonders vervollkommnet habe, und wahrscheinlich war es Gahn, welcher die meisten Versuche in Bergman's Werke angestellt hat, da dem erstern sein Gesundheitszustand nicht erlaubte, sich dauernd solchen Untersuchungen hinzugeben. Das Löthrohr blieb auch später der von Gahn mit Vorliebe angewandte analy-

---

1) Bergman bediente sich nicht nur der Kohle zur Unterlage, sondern auch metallener Löffelchen, von Silber oder Gold; Scheele, der von 1774 an gleichfalls einzelne Lothrohrreactionen, z. B. über den Braunstein, das Molybdän u. a., in seinen Abhandlungen mittheilte, wählte ein Silberblech zur Unterlage. Die Anwendung des Platinblechs geschah erst viel später.

2) Johann Gottlieb Gahn war 1745 auf den Worna-Eisenwerken (Provinz Helsingland) in Schweden geboren, wo sein Vater als Zahlmeister lebte. Seine erste Ausbildung erhielt er auf der Schule zu Westeräs; 1760 bezog er die Universität Upsala, wo er sich besonders mit Chemie und Mineralogie beschäftigte, und Bergman's vertrautester Gehülfe bei allen Arbeiten des letztern wurde. 1770 nahm Gahn seinen Aufenthalt zu Fahlun, wo er, von der Regierung beauftragt, den Kupferschmelzproceß mit großem Erfolge zu verbessern suchte; bald darauf wurde er Verwalter des Bergbaues zu Stora-Kopperberg. Er beschäftigte sich in dieser Stellung viel mit der Nutzung aller Arten von mineralischen Producten, und gründete mehrere für Schweden neue Fabrikationszweige. 1782 wurde er zum Bergmeister ernannt, 1784 zum Assessor des Bergcollegiums zu Stockholm. Hier lebte er bis 1818, wo er zu Ende dieses Jahres starb. — Gahn publicirte von seinen zahlreichen Arbeiten nur sehr wenig; das meiste theilte er seinen Freunden zur Benutzung mit, hauptsächlich Bergman, die nicht immer gewissenhaft ihm seinen Antheil an den neuen Entdeckungen wahrten, so daß über viele Beobachtungen Unsicherheit herrscht, ob sie von den ersten Berichterstattern derselben oder von Gahn zuerst gemacht wurden.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

tische Apparat, mit welchem dieser alle ihm zugänglichen unorganischen Stoffe untersuchte, und er erlangte in der Handhabung desselben die größte Fertigkeit, in der Auswahl der Reagentien, in den Schlußfolgerungen aus den Reactionen die größte Sicherheit. Gahn hat hinsichtlich des Praktischen im Gebrauche des Löthrohrs die Grundlage der jetzigen Anwendung dieses Instrumentes festgestellt; von ihm geht die Anwendung des Platindrathes zu Löthrohrproben, die Entdeckung der Kobaltsolution als eines Löthrohrreagens, die Einrichtung des gewöhnlichen Tisches zu Löthrohrversuchen aus. Er selbst publicirte indeß nie etwas weder über seine Methode, noch über die Resultate seiner Forschungen; daß diese uns erhalten sind, verdanken wir Berzelius, der in den letzten Jahren von Gahn's Leben dessen vertrautesten Umgang genoß, seine Verfahrungsweisen kennen lernte, weiter ausbildete und bekannt machte. Eine Mittheilung von Gahn über die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie lag dem zu Grunde, was Berzelius 1812 bei der Herausgabe seines Lehrbuchs in diesem über jenen Gegenstand vortrug. Berzelius selbst verfolgte diesen Gegenstand weiter, und bestimmte für sämmtliche Glieder des Mineralreichs ihr Verhalten vor dem Löthrohre mit einer Genauigkeit und Ausdauer, so daß von dieser Seite die Kennzeichenlehre der Mineralogie mit Einem Male ein neues und in großer Vollendung ausgearbeitetes Kapitel erhielt. Die Frucht dieser Bemühungen von Berzelius war seine Schrift über die Anwendung des Löthrohrs (im Schwedischen zuerst 1820 erschienen), welche den Gebrauch dieses Instrumentes unter den Chemikern und Mineralogen aller Nationen erst allgemein gemacht hat.

Weit weniger Beachtung als in Schweden fand das Löthrohr um die Zeit des Anfangs unsers Jahrhunderts in den anderen Ländern Europa's. In der Schweiz hatte nur H. B. von Saussure [1]) sich mehrfach damit

---

[1]) Horace Benedicte de Saussure war geboren 1740 zu Genf, wo er schon in seinem 22. Jahre Professor der Naturwissenschaften wurde. Saussure zeichnete sich aus in der Geologie und Mineralogie, wofür er Reisen in Frankreich, England und Italien anstellte und viele Excursionen in die Alpen unternahm, welche er in seinen Voyages dans les Alpes (1779 — 1796) beschrieb; in der Meteorologie, die ihm viele Beobachtungen und richtige Erklärungen verdankt; in der Physik, welche er mit seinen Essais sur l'hygrométrie bereicherte. Er starb zu Genf 1799. H. B. von Saussure war der Sohn Nicolas' von Saussure, eines durch seine Werke über Ackerbau berühmten Schriftstellers, und der Vater von Theodor von Saussure,

beschäftigt, der es auf seinen Reisen in den Alpen zur schnellen Erkennung und Unterscheidung der Mineralien gebrauchte, und dessen Erfahrungen über die Anwendung und die Anzeigen dieses Instruments 1794 den Chemikern bekannter wurden; seine Methoden stehen indeß hinter denen Gahn's weit zurück. In Deutschland machte Hausmann [1]) 1810 eine Abhandlung über die Untersuchung der Fossilien mit dem Löthrohre bekannt. In England beschäftigte sich Wollaston viel mit Löthrohruntersuchungen, die er durch die Anwendung des Platinblechs erleichterte; er hat indeß nichts über den Gebrauch dieses Apparates veröffentlicht. — Nach dem Bekanntwerden von Berzelius' Anleitung zu Löthrohrversuchen beschäftigten sich in Deutschland, England und Frankreich viele Mineralogen und Chemiker damit und vermehrten die Kenntnisse über die Reactionen der einzelnen Substanzen. Was durch die vereinten Bemühungen dieser und die fortgesetzten Arbeiten von Berzelius erkannt worden ist, bildet unser heutiges Wissen über die Anwendung des Löthrohrs überhaupt zu qualitativen Untersuchungen; die Geschichte der Chemie hat über dieses nicht zu berichten, ebenso wenig über neue Anwendungen des Löthrohrs, welche ganz der Gegenwart angehören, wie z. B. zu quantitativen Bestimmungen. Wir beendigen somit die Berichterstattung über die Entwicklung der analytischen Operationen auf trocknem Wege, und gehen zu dem zweiten Abschnitte der Geschichte der analytischen Chemie über, zu der Darstellung, wie sich die Kunst, auf nassem Wege zu analysiren, heranbildete.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

---

der gleichfalls für die Agricultur durch seine chemischen Untersuchungen so Ausgezeichnetes gewirkt hat.

[1]) Johann Friedrich Hausmann ist geboren zu Hannover 1782; er studirte zu Göttingen, und wurde 1803 als Auditor bei dem Bergamte in Clausthal, 1805 als Secretär beim Berg- und Hüttenwesen in Braunschweig angestellt. 1806 unternahm er seine berühmte Reise nach Schweden und Norwegen. Von der westphälischen Regierung wurde er 1809 zum Generalinspector der Berg-, Hütten- und Salzwerke ernannt, welche Stelle er aber bald wieder aufgab; seit 1811 wirkt er zu Göttingen als Professor der Technologie und Bergwerkswissenschaft. Von seinen zahlreichen Schriften nennen wir hier nur die auf Mineralogie im engern Sinne gehenden, weil wir die Geschichte dieser Wissenschaft in Bezug auf ihr Verhältniß zur Chemie weiter unten zu besprechen haben. Es erschienen von ihm »Krystallographische Beiträge« (1803), »Entwurf zu einer Einleitung in die Oryktognosie« (1805), »Entwurf eines Systems der unorganisirten Naturkörper« (1809), »Handbuch der Mineralogie« (zuerst 1813, 2. Aufl. 1828).

Analytische Operationen auf nassem Wege.

Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege.

Die analytischen Operationen auf trocknem Wege wurden zunächst dadurch veranlaßt, daß man die ganze Menge eines bekannten Bestandtheils aus einer Verbindung ausscheiden wollte; im Gegensatz hierzu bot das Bestreben, sich über die bloße Anwesenheit eines bestimmten Stoffs in einem Körper zu belehren, den Anlaß zu den analytischen Operationen auf nassem Wege. Bei der Ausübung gewisser Künste, bei der Arzneibereitung, mußte sich schon früh Aufforderung bieten zur Untersuchung, ob gewisse Substanzen, die man anwenden wollte, wirklich die gehörige Beschaffenheit hätten, insofern, daß ihnen nicht ein anderer Stoff zugemengt sei, der den gewünschten Erfolg stören könne; und es genügte hier, nur zu entscheiden, ob ein solcher Stoff vorhanden sei oder nicht; es bedurfte nicht der Entscheidung, in welcher Menge allenfalls dieser Stoff zugegen sei. Die Verfälschungen der in der Technik und in der Pharmacie angewandten Körper ließen auf Mittel denken, sich vor ihnen sicher zu stellen, und zwar auf möglichst leicht ausführbare Weise, und diese fand man in der Reaction auf nassem Wege. Später wandte man diese Verfahrungsweise auch an, um überhaupt auf den Gehalt einer Verbindung an Bestandtheilen (nicht bloß an künstlich zugesetzten, sondern auch an natürlichen) zu schließen, und namentlich die Untersuchung der Mineralwasser war es, an welche sich bald die analytische Chemie auf nassem Wege vorzugsweise anlehnte. Ueber ihren Gehalt an wirksamen Bestandtheilen zu entscheiden, fand man sich schon früh veranlaßt; man suchte nach Mitteln, sie zu bestimmen, und in diesen Versuchen hauptsächlich bildete sich die analytische Chemie auf nassem Wege aus.

In diesem Abschnitte haben wir also besonders zu betrachten die erste Benutzung von Reagentien überhaupt, die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, die Entdeckung von Scheidungsmethoden auf nassem Wege, die Auffindung einer Methode der Analyse auf nassem Wege, wie sie sich hauptsächlich an der Untersuchung von Mineralwassern heranbildete, die

allgemeine Anwendung dieser Art von Analyse auf alle Körper endlich, namentlich auch ihre Vervollkommnung zu quantitativer Forschung.

Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege.

Der erste Versuch von analytischen Operationen auf nassem Wege scheint durch Verfälschung oft gebrauchter Substanzen hervorgerufen worden zu sein, und der Reactionen in diesem Sinne bediente man sich, soviel uns bekannt ist, erst zur Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung. Der einfachste und am frühsten erkannte Fall mochte wohl der sein, wenn eine lösliche oder in Wasser aufweichende Substanz mit einer unlöslichen und harten verfälscht war, wo die bloße Behandlung mit Wasser hinreichend ist, die letztere wahrnehmen zu lassen. Eine solche Prüfung schreibt Dioscorides vor, wo er der Verfälschung des Grünspans durch beigemengten Bimsstein oder Marmor erwähnt; man soll eine kleine Menge der Substanz mit dem nassen Finger reiben, wo sich die verfälschende Substanz durch das Gefühl offenbare.

Entdeckung der Reagentien.

Dieses Verfahren ist kaum ein chemisches zu nennen, wohl aber ein anderes, gleichfalls von Dioscorides vorgeschlagenes, welches zwar eigentlich in den vorigen Abschnitt gehört, hier indeß besser seine Stelle findet. Die Verfälschung des Grünspans mit Chalcanthum (Vitriol) soll nämlich erkannt werden, indem man ihn auf einer heißen Klinge erhitzt, wo er (bei Gehalt an Eisenvitriol) roth wird. Dieselbe Prüfung schreibt Plinius vor, giebt aber auch zugleich Kenntniß von noch einem andern Verfahren, der ersten chemischen Reaction auf nassem Wege. Die Verfälschung des Grünspans mit Eisenvitriol wird nämlich nach ihm auch dadurch erkannt, daß man ihn auf ein mit Galläpfeln gebeiztes Papier legt, welches durch den Vitriol schwarz wird (Deprehenditur et papyro, galla prius macerato; nigrescit enim statim aerugine illita).

Die Galläpfel boten also das erste Reagens dar, und mittelst ihrer bereitete man auch das erste Reagenspapier. Ihr Saft und der der Granatäpfel wurde auch damals schon in flüssiger Form angewandt, um auf die chemische Natur einer Substanz schließen zu lassen. Die Substanz, welche Plinius alumen nennt, kommt nach ihm in zwei Formen vor, von welchen sich die flüssige durch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften auf ihre Aechtheit prüfen läßt. Hujus (substantiae, sc. aluminis) quoque duae species, liquidum spissumque; liquidi probatio ut sit limpidum lacteumque; — — an sit adulteratum deprehenditur succo Punici mali; sincerum enim mixtura ea nigrescit.

Entdeckung der Reagentien.

Diese Stelle soll uns hier nur über den Gebrauch des ersten Reagens Aufschluß geben, nicht aber haben wir hier über das, was durch die Reaction eigentlich angezeigt wurde, und inwiefern auf die Substanz alumen die Reaction paßt, uns auszusprechen (vergl. Alumen im III. Theile).

So lauten die ersten Nachrichten von analytischem Verfahren auf nassem Wege, und außer dem hier Angeführten ist uns von den Alten nichts überliefert worden, was die Geschichte der analytischen Chemie in dieser Beziehung anzuführen hätte. Einige Angaben müssen wir indeß doch noch beibringen in Betreff eines Gegenstandes, der für die Scheidekunst auf nassem Wege bald den nächsten Anlaß zu weiterer Vervollkommnung bot, in Betreff der Bestandtheile der Mineralquellen nämlich.

Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten.

Die Kenntnisse der Alten über die Mineralwasser in chemischer Beziehung lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Sie wußten, daß feste Bestandtheile, in reinem Wasser aufgelöst, die meisten mineralischen Quellen constituiren; auf die Natur jener festen Bestandtheile schlossen sie mehr aus physikalischen Kennzeichen, aus dem Geschmacke namentlich, als aus chemischen; die Schwefel enthaltenden Quellen erkannte man aus dem Absatze des ersteren.

So wirken nach Plinius die Mineralwasser in Folge ihrer verschiedenen Beimischungen, aliae sulphuris, aliae aluminis, aliae salis, aliae nitri, aliae bituminis, nonnullae etiam acida salsave mistura. — Von Archigenes aus Apamea, einem berühmten Arzte, der in Rom zu Trajan's Zeit (um 100 n. Chr.) seine Kunst ausübte, stammt die Eintheilung in aquas nitrosas, aluminosas, salinas und sulphuratas. Diese Eintheilung ist die jetzt noch oft angeführte; um sie richtig zu verstehen, muß man nicht vergessen, was die Alten unter nitrum und alumen verstanden (es kann dies indeß erst im III. Theile ausführlicher besprochen werden), daß nämlich aluminosum und nitrosum nicht alaunartig und salpeterartig nach heutigen Begriffen sind, sondern eisenhaltig und laugensalzig; und des Archigenes' Eintheilung ist somit: alkalische Wasser (Seifenwasser), Stahlwasser, Salzquellen, Schwefelquellen.

Da die Alten den Gehalt des Wassers an anderen Bestandtheilen nicht durch Reagentien untersuchten, so mußten sie sich, um über die Reinheit desselben urtheilen zu können, andere Kennzeichen aufsuchen. Nach Hippocrates' Bemerkung schon ist dasjenige Wasser das gesundeste (und reinste), welches am schnellsten heiß und wieder kalt wird. Desselben schwankenden

Kriteriums bediente man sich noch zu Plinius' Zeiten. Reines Wasser kocht zwar eher als salzhaltiges, aber der Unterschied ist doch nicht bedeutend genug, um ein sicheres Kennzeichen abgeben zu können. Vitruvius giebt als eine Methode, die verschiedene Reinheit des Wassers zu untersuchen, an, daß man es abdampfen solle, ob es größern oder geringern Rückstand hinterlasse. Auch daß in reinem Wasser sich Hülsenfrüchte eher weich kochen, als in solchem, welches Beimischungen enthält, war den Alten bekannt. Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten.

Keine Spur, daß die analytische Chemie auf nassem Wege einen Fortschritt gemacht habe, findet sich bei den Völkern, welche nach den Römern als chemische Kenntnisse besitzend zu beachten sind. Die Alexandriner scheinen von der Kunst der chemischen Analyse nichts gewußt zu haben; bei den Arabern treffen wir nur Vervollkommnung der Operationen auf trocknem Wege. Erst bei den Abendländern, seit dem 13. Jahrhundert, werden wieder Operationen erwähnt, denen wir hier Aufmerksamkeit schenken müssen. Auch sie, wie alle analytischen Arbeiten jener Zeit, stehen in Beziehung zu der Erkennung und Bestimmung edler Metalle. Im Anfange werden sie nur ganz gelegentlich angemerkt, und man sieht deutlich, daß man damals auf diese Art, die Bestandtheile zu bestimmen, nur geringen Werth legte. Albertus Magnus erwähnt in seiner Schrift Compositum de compositis bei den Eigenschaften der Salpetersäure, daß sie auch das Gold vom Silber scheidet. Aurum ab argento separat (die Säure), das ist die ganze Beschreibung, die er von der ersten Trennung zweier Metalle auf nassem Wege giebt. Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten.

Mehr hierhergehörige Verfahrungsweisen kennt Basilius Valentinus, es geht dies indeß mehr aus den Resultaten hervor, die er anführt (vergl. I. Theil, Seite 79), als daß er seine Methoden genauer mittheilte. Einen Körper, der als Bestandtheil in eine Verbindung eingegangen ist, wieder isoliren, heißt bei ihm gewöhnlich: ihm die verlorene Farbe wiedergeben, und hierfür giebt er an vielen Stellen dem Verfahren auf nassem Wege den Vorzug. In dem I. Buche seines letzten Testaments spricht er z. B. von der Schwierigkeit, aus einer Legirung von viel Kupfer mit wenig Silber das letztere wieder abzuscheiden: »Das Silber nun aus dem Kupfer zu bringen und ihm seine eigene Farbe wiederzugeben, ist eine große Kunst, welche die Schmelzer nicht wissen, sondern sie gehört in die chymische Kunst und in das Laboratorium.« Aber über die Einzelnheiten der Kunst theilt er nichts mit, nur im Allgemeinen spricht er, z. B. in derselben

Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten.

Schrift, wo er von dem reinen und unreinen Metalle handelt, und von den Mitteln, das letztere rein zu machen: »Man legt große Unkosten,« drückt er sich aus, »auf die scharfen Wasser (Säuren), damit man die höheren Metalle auseinander bringt; man thut es auch, wie man es nennt, im Guß, — — — besser ist's gethan mit einer Lauge.« Basilius Valentinus setzt übrigens zuerst die Analyse auf nassem Wege der auf trocknem Wege entgegen; in seinen Schlußreden sagt er: »Zuletzt merke, daß die Philosophi zween Wege gehabt, den nassen Weg, welchen ich gebraucht habe, sodann den trocknen Weg.« Allein er geht auf keine nähere Erläuterung ein.

Agricola's Kenntnisse über Reagentien.

Agricola, über dessen analytische Kenntnisse wir nun zu berichten haben, theilt dieselben offener mit. Größtentheils wandte er dabei, wie wir oben gesehen haben, den trocknen Weg an; von seinen Operationen auf nassem Wege sind folgende hervorzuheben. Die Scheidung des Goldes vom Silber beschreibt er zuerst genau im 10. Buche de re metallica. Das goldhaltige Silber wird fein vertheilt und mit Salpetersäure behandelt; residet in fundo aurum colore nigricans, argentum cum aqua permistum supernatat. Auch viele Cemente schreibt er zu dieser Trennung vor, welche meist Eisenvitriol enthalten; doch kann ich keine deutliche Nachricht bei ihm finden, daß er die Säure dieses Salzes zur Abscheidung des Silbers vom Gold bereits gebraucht habe.

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Agricola's Zeitgenosse, Paracelsus, kannte gleichfalls die Trennung des Goldes vom Silber durch Scheidewasser, und beschreibt sie ausführlich. Wichtiger aber wird noch Paracelsus, weil er die Reihe derer eröffnet, welche der chemischen Untersuchung der Mineralwasser größere Aufmerksamkeit schenken. Seine Methoden hat er zwar nicht genau mitgetheilt, und die Analysen, die er mitunter angiebt, sind wohl schwerlich die Resultate wirklich angestellter Versuche. Eine wichtige Reaction indeß ist durch ihn bekannt geworden, die Bestimmung der eisenhaltigen Wasser durch Galläpfeltinctur.

Nach Paracelsus kam eine ganze Schaar von Pfuschern, welche die Zusammensetzung der Mineralwasser zum Gegenstande ihrer Forschung machten; ihr Oberhaupt ist Thurneysser, besonders in seiner Schrift »Pison oder von kalten, warmen, minerischen und metallischen Wassern« (1572). Um die wirksamen Bestandtheile der Mineralquellen zu finden, war die damals eingeschlagene Methode im Allgemeinen folgende: Ein

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Gefäß (die Mensur) ist im Innern mit einem in 24 Theile getheilten Maßstabe versehen, an dem ein Bleiloth befestigt ist, zur verticalen Stellung des Gefäßes. Dieses hält, bis an den obersten Theilstrich gefüllt, ein halb Pfund Regenwasser (das Gewicht soll immer bürgerliches Nürnbergisches sein, das Pfund zu 32 Loth). Es wird die Mensur mit dem zu untersuchenden Wasser bis zum obersten Theilstrich gefüllt und gewogen; der Ueberschuß an Gewicht, den das Mineralwasser in Vergleich mit reinem Wasser zeigt, läßt schon auf den Gehalt an fremden Bestandtheilen schließen. Die in der Mensur abgemessene Menge Wasser wird abdestillirt (in verschiedenen Graden, deren nähere Besprechung aber hier nicht nöthig ist); der Rückstand wird gewogen, gepulvert, wieder aufgelöst und zur Krystallisation gebracht. Die erhaltenen Krystalle werden geglüht; was verbrennt, ist Nitrum, was in Wasser leicht löslich ist und im Glühen roth wird, ist Vitriol, was in Wasser nicht leicht löslich ist, wird als Blei bestimmt. Was nicht krystallisirt ist, wird Salz genannt; nur in schwefelhaltigen Wassern ist diese Portion als Schwefel anzusehen. — Auch das Destillat soll besonders untersucht und deßhalb nochmals abgedampft werden; wird der Rückstand daraus beim Glühen blau, so enthält das Mineralwasser Silber oder Gold; verflüchtigt er sich, Quecksilber; wird er braun, Kupfer; bleibt er weiß, Zinn.

Libavius' Methode, Mineralwasser zu untersuchen.

Aus solchem Unsinn, aus solchen Widersprüchen entwickelt sich die heutige Mineralwasseranalyse. — Besser als die meisten Analytiker des 16. Jahrhunderts verstand Libavius die Kunst, die Mineralwasser zu zerlegen. Auch Libavius befolgt im Allgemeinen die Methode der Zerlegung auf trocknem Wege, und in seiner Anleitung zur Probirkunst giebt er nichts Anderes, als was schon Agricola mitgetheilt hatte; in seinem Buche de judicio aquarum mineralium operirt er jedoch auf nassem Wege, und vermeidet hier wenigstens die groben Irrthümer, welche die Verfahrungsweisen seiner Vorgänger entstellen. Die Untersuchung des Mineralwassers soll in der Nähe der Quelle vorgenommen werden, damit nicht die gasförmigen Bestandtheile (spiritus) bei längerem Transporte entweichen. Zuerst wird die segregatio spirituum vorgenommen; eine bestimmte Menge des Wassers wird in eine Retorte gethan, an welche die Vorlage dicht angekittet ist; diese letztere wird überdies sehr kalt gehalten. Bei sehr gelinder Wärme wird nun destillirt, in der Vorlage sammeln sich die spiritus (mit Gas sehr stark geschwängertes Wasser). — Darauf folgt die Trennung des Wassers

Libavius' Methode, Mineralwasser zu untersuchen.

von den festen Bestandtheilen, segregatio aquositatis et contentorum. Eine bestimmte Menge Wasser wird im Aschenbad bis zur Honigconsistenz abgedampft; in diese concentrirte Lösung steckt man Halme oder Bindfaden, und wartet die Krystallisation ab. Durch diese soll man den Alaun von dem Vitriol, das (Koch-) Salz von dem Salpeter u. s. w. unterscheiden. Auch die Sublimation des Rückstandes lasse zwar in einigen Fällen den einen Bestandtheil von dem andern trennen, allein krystallisiren lassen, die Mutterlauge weiter abdampfen und wieder zur Krystallisation bringen und so fort, bleibt doch das hauptsächlichste Mittel zur Erkennung der in dem Wasser enthaltenen Salze. Um ganz allgemein zu entscheiden, ob ein Wasser mineralisch ist, kann man sich auch nach Libavius des einfachen Mittels bedienen, ein leinenes Tuch mit dem fraglichen Wasser zu tränken und trocknen zu lassen; die Zunahme an Gewicht lasse auf die Größe des Gehalts an mineralischen Substanzen schließen. — Reagentien wandte Libavius sehr wenig an, er kannte jedoch die Eigenschaft der eisenhaltigen Quellen, mit dem Safte mehrerer Pflanzen, der Eichen, Erlen, Galläpfel z. B., sich zu schwärzen, allein er bemerkt, daß dunkle Färbung durch Anwendung dieser Mittel auch bei solchen Wassern eintrete, in welchen Kupfervitriol aufgelöst ist, und hält hiernach das in dem Schwalbacher Weinbrunnen enthaltene Metall für Kupfer. Evenit aliquando, sagt er, ut aqua vinei fontis Langensbalbensis deferretur in vasculis e quercu recentibus. Ea inter portandum nigra evasit tanquam atramentum sutorium. Indicio est, illas aquas multo corporali chalcantho (Kupfersalz) constare, id quod arguitur quoque flore puniceo. Sed et ferri minera indicatur. Nam hujus quoque, ut et aeris vitriolo, nigrantur aquae. — So unsicher war die Kenntniß des Chemikers, der um 1600 der ausgezeichnetste seines Faches war. Farbe, Geruch und Geschmack der Mineralwasser bilden ihm noch außerdem die vorzüglichsten Anhaltspunkte zur Bestimmung ihrer Bestandtheile.

Um sich diesen fortwährend so unvollkommnen Zustand der analytischen Chemie zu erklären, muß man sich der Unsicherheit erinnern, welche damals noch über den Begriff von Bestandtheilen, von Verbindungen u. s. w. herrschte. Die Ansicht, daß eine Verwandlung der Metalle durch chemische Hülfsmittel möglich sei, daß die verschiedenartigsten Stoffe in einander übergeführt werden können, bildete das größte Hinderniß für die Ausbildung der analytischen Chemie. Van Helmont mußte noch bewei-

sen, daß ein Metall durch die Auflösung nicht zerstört wird, sondern daß es noch ganz in der Auflösung enthalten ist. Scheele mußte viel später noch zeigen, daß sich die Kieselerde nicht in Alaunerde verwandeln läßt. Die ausgezeichnetsten Chemiker des 17. Jahrhunderts waren noch der Meinung, daß die Laugensalze durch Einwirkung des Feuers auf Holz, Weinstein u. s. w. geschaffen werden, nicht, daß sie darin schon fertig gebildet enthalten sind; man glaubte damals noch, ein Alkali lasse sich durch zweckmäßige chemische Behandlung in eine Säure verwandeln, und auch den umgekehrten Erfolg könne ein geschickter Chemiker erreichen. Wie konnte aber in jener Zeit, wo von Vielen noch die Ausziehung eines Bestandtheils für eine Schaffung desselben gehalten wurde, von Erfolg in der analytischen Chemie die Rede sein, wie von Zuverlässigkeit über die Angabe des Vorkommens mehrerer Erden bei einander in derselben Verbindung, wenn man durch chemische Mittel die eine derselben in die andere überzuführen können glaubte?

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien.

Ich werde noch in diesem Theile die Entwicklung der Kenntnisse über Bestandtheile, chemische Verbindung u. s. w. weitläufiger besprechen; hier kann ich nur anführen, daß von der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts an richtigere Ansichten über diese Gegenstände, über die Unveränderlichkeit der Bestandtheile, wenn sie auch in chemische Verbindungen eingehen, bei einzelnen besseren Chemikern sich langsam Bahn brachen. Man lernte die Zusammensetzung mehrerer Verbindungen, vieler Salze namentlich, kennen; van Helmont, Glauber und Andere erwarben sich darum wesentliche Verdienste, Tachenius außerdem noch besonders dadurch, daß er die genauere Kenntniß mehrerer Reagentien erweiterte. Sein Hippocrates chemicus (1666) schließt schätzbare hierher bezügliche Erfahrungen ein. Tachenius prüfte die Wirkung der Galläpfeltinctur auf Kupfer, Blei, Eisen, Quecksilber u. a., und unterschied die Farben der entstehenden Niederschläge; er erkannte die reducirenden Wirkungen dieses Reagens auf Goldsolution. Er nahm wahr, daß die Auflösung des Aetzsublimats in Wasser durch feste und flüchtige Laugensalze verschieden gefällt wird. Seine analytischen Kenntnisse befähigten ihn zu mehreren Urtheilen, welche seine unwissenderen Vorgänger nicht abgeben konnten. So z. B. behauptete er, daß das Eisen innerlich angewandt nicht durch den Harn secernirt werde, auf den Grund hin, weil sich in diesem durch Galläpfeltinctur kein Eisen nachweisen lasse. Dem Rosenwasser schrieb man seiner Zeit eine wurmabtreibende Kraft zu; er zeigte, daß diese auf einem Gehalt an Kupfer beruht, welchen das Wasser

Tachenius.

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien.

aus den kupfernen Destillirgeräthschaften an sich zieht, und bewies die Richtigkeit seiner Behauptung, indem er das Kupfer aus dem Rosenwasser durch Kali ausfällte. Er zeigte den Unterschied des gemeinen Wassers vom destillirten, und daß ersteres stets Salz enthalte, denn es gebe mit Silbersolution einen Niederschlag wie eigens zubereitetes Salzwasser. — Solche Kenntnisse in der analytischen Chemie besaßen damals nur sehr Wenige.

Boyle.

Doch wird Tachenius in dieser Beziehung noch übertroffen durch Boyle. Kein Chemiker jener Zeit erkannte so wie Boyle die Unvollkommenheit der damaligen Analysirmethoden, namentlich schienen ihm alle die Zerlegungen, welche die Elementarconstitution eines Körpers darthun sollten, in keiner Weise diesem Zwecke zu genügen. Die Ansicht, daß das Feuer das kräftigste Agens sei, um eine Substanz in ihre letzten Bestandtheile zu zerlegen, bestritt er mit Erfolg durch die Bemerkung, daß ja das Feuer nicht einmal unter allen Umständen gleichmäßig auf dieselbe Substanz einwirke, anders nämlich bei der Erhitzung an der Luft, anders in verschlossenen Gefäßen. Seine richtigeren Ansichten über den Begriff einer chemischen Verbindung, eines Bestandtheils und ähnliche Gegenstände (vergl. den Abschnitt: Chemische Verbindung, in diesem Theile) setzten ihn in den Stand, mit mehr Erfolg als alle Früheren für die analytische Chemie thätig zu sein. Weniger beschäftigte ihn dabei die Aufsuchung der Elemente in den verschiedenen chemischen Verbindungen, als vielmehr die Ermittlung der nachweisbaren näheren Bestandtheile in ihnen. Sein Chemista scepticus enthält ausgezeichnete Betrachtungen über die Richtung, welche die analytische Chemie damals allein mit Nutzen verfolgen konnte; ich verschiebe die genauere Mittheilung dieser Betrachtungen bis zu dem Abschnitte, welcher die Geschichte der Ansichten über die chemischen Elemente vollständiger enthält. Hier wollen wir nur noch bemerken, daß auch die Bezeichnung Analyse im chemischen Sinne sich zuerst bei Boyle gebraucht findet, wenigstens wird dies Wort bei ihm immer noch als ein neues und nicht Allen sogleich verständliches im Druck hervorgehoben. So namentlich in dem Chemista scepticus, wo er davon spricht, daß das Feuer nicht unbedingt als das zerlegende Agens angesehen werden könne; z. B.: Hoc observabo, quod uti consideratu dignum est in mixtorum corporum Analysi, ignis ne in ea agat, quando aperto aëri sunt exposita, an quando obturatis vasis inclusa, ita non parvi sit momenti gradus ignis, quo Analysin molimur. Oder: Nos velint (die Anhänger der alten Meinung) judicare, divisionem

igne factam veram esse in sua principia Analysin, ejusdemque producta appellationem corporum elementarium mereri. Oder: Hinc inferre nobis licet, ignem universalem omnium corporum mixtorum Analystam haud esse, cum ex metallis et mineralibus, in quibus Chymici operam suam maxime collocarunt, vix ulla appareant, quorum Analysin igne instituere queant. Und so finden sich noch viele Stellen bei ihm.

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

Nachdem wir so die Einführung des jetzigen Namens für den Zweig unserer Wissenschaft, dessen Geschichte uns eben beschäftigt, kennen gelernt haben, wollen wir die analytischen Kenntnisse Boyle's etwas genauer betrachten. Es sind diese in so vielen einzelnen Schriften zerstreut, daß die speciellere Angabe für jede einzelne Wahrnehmung hier zu weitläufig würde. Seine Kenntniß der Reagentien ist es, welche uns hier am meisten interessirt, und diese wollen wir in Einer Zusammenstellung geben.

Säuren im Allgemeinen erkannte Boyle durch die rothe Färbung des Saftes von Lackmus, Veilchen und Kornblumen; Alkalien durch die rothe Färbung gelber Pflanzenfarben und durch die grüne des Veilchen- und Kornblumensaftes; auch dadurch, daß jede Klasse dieser Körper die Farbe wieder herstellt, welche die andere verändert hatte. Die Pflanzensäfte wandte Boyle als Tincturen oder auch auf Papier ausgedrückt an; er hatte die Einwirkung der Säuren wie der Alkalien auf eine große Menge der verschiedenartigsten Pflanzen untersucht. — Von den Säuren erkannte er die Schwefelsäure durch ihre Fällung mit Kalksalzen, die Salzsäure mittelst Silberlösung. — Von den Alkalien unterschied er das Ammoniak durch den weißen Nebel, den es mit Dämpfen von Salzsäure oder Salpetersäure macht. Auch war ihm bekannt, daß das flüchtige Laugensalz die Sublimatlösung anders fällt als das fixe. Reagens auf Kalk war ihm die Schwefelsäure. — Das Kochsalz erkannte er durch die Silbersolution und schlug diese bereits vor, den Salzgehalt des Meeres quantitativ festzustellen; hier findet sich auch die erste Angabe über die Empfindlichkeit eines Reagens, daß nämlich 1 Theil Salz, in 3000 Theilen destillirten Wassers gelöst, noch durch Silbersolution angezeigt wird. — Ueber die Reactionen der Metalle wußte Boyle, daß eine kupferhaltige Flüssigkeit durch Ammoniak blau gefärbt, eine silberhaltige durch Salzsäure niedergeschlagen wird; daß Gold, wie auch Silber, sich aus seiner Lösung durch einen Zusatz von Quecksilber ausscheidet; daß eisenhaltige Flüssigkeiten der Eichenlaub-, Blau-

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

holz- und Galläpfeltinctur eine schwarze Farbe mittheilen, und wies vermittelst dieser Reaction Eisen im Blutstein nach; endlich, daß eisenhaltige Fossilien sich auch durch ihre Wirkung auf den Magnet erkennen lassen, wie er denn auf diese Art den Eisengehalt der Granaten nachwies. Boyle klagt, daß es sehr schwer zu erkennen sei, ob eine Flüssigkeit weißen Arsenik aufgelöst enthalte; als Reagens dafür giebt er Sublimatlösung an, welche einen weißen Niederschlag hervorbringe. Von Trennungen auf nassem Wege, die er kannte, erwähne ich der Scheidung des Kupfers von Gold durch Salpetersäure, und des Silbers vom Kupfer durch Auflösen und Fällen mit Kupfer.

Untersuchung der Mineralwasser im 17. Jahrhundert.

In den anderen Ländern war man damals weit entfernt, ebenso unterrichtet in der chemischen Analyse zu sein, oder nur Boyle's Belehrung gehörig zu nützen. Die qualitative Zerlegung auf nassem Wege wurde wenig betrieben; quantitative Resultate mittelst dieser Methode zu erreichen, galt fast für unmöglich. Charakteristisch für die analytischen Kenntnisse der Chemiker jener Zeit ist eine Abhandlung des würtembergischen Leibarztes Rosinus Lentilius (aus Kurland gebürtig), welche in die Ephemeriden der deutschen Naturforscher für 1686 aufgenommen ist, und über die Prüfung der Mineralwasser handelt. Die Reagentien sind die gewöhnlichsten Säuren und Salzlösungen, aber eine bestimmtere Angabe über die Art ihrer Wirkung, ihren Gebrauch und ihre Anzeigen sucht man vergebens. Für sehr verwegen aber hält es Lentilius, daß Einige die in einer bestimmten Menge Mineralwassers enthaltenen Bestandtheile selbst dem Gewichte nach angeben wollen und dieses sogar bis auf Unzen und Drachmen berechnen. Zahlreich waren indeß die Chemiker damals noch nicht, auf welche ein solcher Vorwurf bezogen werden konnte. In Frankreich war man in der Kunst, Mineralwasser zu analysiren, um nichts weiter; noch 1667 suchte da ein Dr. Peter Givry zu beweisen, daß alle Mineralquellen nichts als Alaun und Eisen enthalten.

Welcher Art die analytischen Kenntnisse damals waren, geht genügend aus einzelnen Meinungen der bedeutendsten Chemiker hervor, welche nur bei vollkommener Unkenntniß der chemischen Zerlegungskunst sich aufstellen ließen; so z. B. aus Becher's Ansicht über die künstliche Erzeugung des Eisens, daß man es durch Glühen von Lehm mit Oel machen könne. Ebenso behauptete Kunkel, obgleich er den Schwefelgehalt im Zinnober und rohen Antimon nicht leugnete, doch, Bleiglanz, Rothgüldigerz und

Glaserz enthielten keinen Schwefel. Auf einem nicht unrichtigen Princip, allein in der Wahl der Mittel verfehlt, beruhte sein für die quantitative Analyse wichtiger Vorschlag, die Menge von wirklicher Säure in dem an Stärke so verschiedenen Scheidewasser in der Art zu bestimmen, daß man Silber darin auflöse, und dann abrauche, bis rothe Dämpfe zum Vorschein kommen.

Untersuchung der Mineralwasser im 17. Jahrhundert.

Bessere Einsicht in die Zerlegung der Mineralwasser als die Vorhingenannten hatten um das Ende des 17. Jahrhunderts Duclos in Frankreich und Hiärne in Schweden. Duclos [1]) untersuchte 1670 viele französische Mineralquellen, und wies in ihnen Kochsalz und eine gypsähnliche Substanz (es war wirklich Gyps) als Bestandtheile nach. Auch er urtheilte noch über die Natur der Salze aus ihren äußeren Eigenschaften, zu deren Bestimmung er das Mikroskop zu Hülfe nahm; doch bediente er sich auch einiger Reagentien, nämlich Galläpfeltinctur, Lackmustinctur, Schwertliliensaft und Eisenvitriollösung. Nach ihm wurden in Frankreich viele solcher Untersuchungen ausgeführt, allein meist mit sehr schlechten Resultaten. So suchte E. J. Geoffroy 1724 das Mineralwasser zu Passy zu zerlegen und nachzumachen, und glaubte das letztere vollkommen zu erreichen, wenn er 10 Gran Eisenvitriol zu 8 Unzen Wasser setze. Er ließ somit den Wunsch und die Hoffnung noch nicht in Erfüllung gehen, welche schon Baco von Verulam in seiner Schrift de augmentatione scientiarum ausgesprochen hatte, daß es den Fortschritten der Chemie bald gelingen möge, alle Mineralwasser künstlich genau nachzumachen. — Hiärne beschrieb von 1679 bis 1702 viele schwedische Mineralquellen in chemischer Beziehung, und bediente sich dabei der damals bekannten Reagentien, zu deren weiterer Untersuchung er aufforderte; 1707 erschien von ihm Brevis manuductio ad fontes medicales et aquas minerales solerter investigandas, rite probandas, ex arte applicandas. In derselben Art arbeitete auch Henkel 1720, der bei der Untersuchung der Schlackenbäder zu Freiberg Galläpfeltinctur, Veilchensaft, Säuren und Alkalien als Reagentien anwandte. — Aber weit übertroffen wurden alle diese durch Fr. Hoffmann, der seit 1703, wo er seine Methodus examinandi aquas salubres veröffentlichte, bis 1731 eine große Anzahl Mineralquellen chemisch untersuchte. Er wider=

---

[1]) Dominique Duclos, geboren 1623, starb 1684 als Arzt und Mitglied der Akademie zu Paris.

Untersuchung der Mineralwasser im 18. Jahrhundert.

legte die Meinung der früheren Scheidekünstler, daß sich in den Mineralquellen Gold, Silber, Arsenik u. s. w. als Bestandtheile vorfänden, und bestritt auch zuerst, daß Alaun in den Mineralwassern vorkomme, es müsse denn in der Nähe einer Alaunformation sein. Er lehrte zuerst die gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile unterscheiden. Einen luftförmigen Körper (die Kohlensäure) wies er als Bestandtheil in allen Sauerbrunnen nach, und bewies seine saure Eigenschaft. Das Eisen erkannte er als den häufigsten Bestandtheil der Gesundbrunnen, und lehrte es auffinden durch den Geschmack des Wassers, durch den sich von selbst absetzenden Eisenocher, durch gepulverte Galläpfel. Das Kupfer, das sich nach ihm nicht in Gesundbrunnen, sondern nur in Wassern aus Bergwerken findet, entdeckt er durch Präcipitation mittelst metallischen Eisens. Das Kochsalz macht sich erkennbar nach dem Abdampfen durch die Form seiner Krystalle, und dadurch, daß es mit Salpetersäure gemischt Königswasser giebt. Die alkalischen Wasser brausen mit Säure auf. Auf den Gehalt an Magnesia, einen bis dahin noch nicht als eigenthümlich betrachteten Körper, macht er zuerst aufmerksam; er unterscheidet das Bittersalz indeß nicht nach seinen chemischen Eigenschaften, sondern hält es auf seine besondere Krystallform und seinen Geschmack hin für ein eigenthümliches Salz. Die Schwefelwasser erkennt man nach ihm an dem Geruch und an der Schwärzung des Silbers, welche sie hervorbringen. Nach ihren hauptsächlichsten Bestandtheilen unterscheidet er allgemein die Mineralwasser als alkalische, eisenhaltige, Bitterwasser und Kalkwasser.

Bei allen Fortschritten, welche die Analyse auf nassem Wege durch Fr. Hoffmann's Bemühungen machte, schenkte man doch den chemischen Reactionen nur geringe Aufmerksamkeit; während jetzt die Eigenthümlichkeit eines neuen Stoffs nur durch die Angabe dieser bewiesen werden kann, begnügte man sich damals mit Berufung auf Geschmack und Krystallgestalt, und selbst diese Angaben vermißt man oft, wenn von der Erkennung einer einfacheren Substanz als einer neuen die Rede ist, wie z. B. bei Hoffmann's kurzer Angabe, daß im Thon eine Erde eigener Art enthalten sei, und bei Stahl's Bemerkung, daß das Kochsalz ein eigenthümliches Alkali in sich enthalte.

Auch andere Chemiker, welche ihre Behauptungen gut zu rechtfertigen wußten, bedienten sich dazu der Reactionen auf nassem Wege nur wenig. Als einer wichtigen Reaction, die man im Anfange des 18. Jahrhunderts entdeckte, mag hier noch der Auffindung des Bleies bei der Weinverfälschung

durch Kalkschwefelleber Erwähnung geschehen [1]). Auf die Zusammensetzung der Körper wurde mehr aus der Synthese geschlossen als aus der Analyse, auf die Eigenthümlichkeit eines Körpers noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzugsweise aus seinen physikalischen Eigenschaften. So erforschte Brand 1735 die Zusammensetzung des weißen Vitriols, indem er zeigte, daß dieser Vitriol, mit Kupfer und Kohlenpulver zusammengeschmolzen, Messing giebt, und daß Zink, in Schwefelsäure aufgelöst, zu einem mit dem weißen Vitriol vollkommen übereinstimmenden Salz krystallisirt. So unterschied Duhamel 1736 die Soda von der Potasche nach der Löslichkeit und Krystallform der Salze, welche beide mit derselben Säure bilden, und nach der Luftbeständigkeit.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

Marggraf zuerst widmete den Reactionen auf nassem Wege wieder mehr Aufmerksamkeit. Er zeigte die Zusammensetzung des Gypses, auf welche er aus der bekannten des schwefelsauren Kali's schloß; weil nämlich der Gyps, wie das schwefelsaure Kali, durch Glühen mit Kohle eine Schwefelleber giebt, weil der Gyps, mit kaustischem Kali behandelt, schwefelsaures Kali und Kalk giebt, besteht er aus Schwefelsäure und Kalk; er wies auch die Schwefelsäure im Schwerspath nach. Den Unterschied der Alaunerde von der Kalkerde bewies er durch die verschiedene Löslichkeit ihrer Salze. Als Reagens auf Eisen wandte er das Blutlaugensalz an. Den Unterschied der Soda von der Potasche bewies er durch die verschiedene Löslichkeit der schwefelsauren, durch die verschiedene Krystallform der salpetersauren Salze, und durch die verschiedene Farbe, welche die letzteren der Flamme beim Verpuffen mit Kohlenpulver mittheilen; er bemerkte außerdem, daß beide Arten von Alkalien in ihren Reactionen sonst ganz übereinstimmen. Bei seiner Unter-

[1]) Die Entdeckung und Anwendung dieser Reaction bildet den ersten Anhaltspunkt für die gerichtliche Chemie, bezüglich deren Geschichte wir indeß hier nicht weiter eingehen können, sondern auf die specielle Besprechung der einzelnen Substanzen, auf welche die gerichtliche Chemie zu untersuchen hat, verweisen müssen. Vor der Mitte des 18. Jahrhunderts existirte noch gar keine Anleitung, in Vergiftungsfällen z. B. chemische Untersuchungen anzustellen; höchst unvollkommen waren noch die Vorschriften, welche Heinrich Friedrich Delius (geboren 1725, Professor zu Erlangen und Präsident der kaiserlichen Akademie der Naturforscher, gestorben 1788) in seiner Dissertatio sistens primas lineas chemiae forensis (1771) gab. Erst Remer stellte in seinem Lehrbuche der polizeilich-gerichtlichen Chemie (erschien zuerst 1803) das Dahingehörige vollständiger und übersichtlicher zusammen.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

suchung verschiedener Brunnenwasser fand er Bestandtheile richtig auf, die nachher fast wieder in Vergessenheit geriethen; so z. B. Salpeter und salpetersauren Kalk. Bei mehreren anderen analytischen Arbeiten waren seine Resultate weniger richtig (vergl. I. Theil, Seite 210), namentlich in seiner Bestimmung des Arsenikgehalts in dem käuflichen Zinn (vergl. Arsenik im III. Theile).

Auf Marggraf folgt eine Reihe anderer Analytiker, die sich der Operationen auf nassem Wege vorzugsweise bedienten; es sind hauptsächlich hier zu nennen Bergman und Scheele.

Bergman behandelte zuerst die analytische Chemie auf nassem Wege ganz in der Art, wie sie noch heute betrieben wird; die Resultate sind ursprünglich enthalten in seinen akademischen Schriften de analysi aquarum 1778, welcher er die Untersuchung mehrerer einzelnen Mineralwasser folgen ließ, de minerarum docimasia humida 1780, de terra gemmarum 1780, und in dem Abschnitte seiner gesammelten Werke, welcher de praecipitatis metallicis handelt. Zur Mineralwasseranalyse schrieb Bergman folgende Reagentien vor: Lackmustinctur für freie Säure; Brasilienholzabsud für Alkalien; Galläpfeltinctur für Eisen; Blutlaugensalz, welches Eisen blau, Kupfer braun, Mangan weiß fälle; Schwefelsäure zur Entdeckung von Baryt und zur Entwicklung der Kohlensäure; Salpetersäure, um den Schwefelwasserstoff durch den Niederschlag von Schwefel nachzuweisen (auf Schwefelwasserstoff reagirte er auch sonst noch mit weißem Arsenik), Oxalsäure für Kalk; luftvolles fixes Alkali zur Niederschlagung der Metalle und Erden, auch kaustisches Kali zu demselben Zwecke; luftvolles flüchtiges Alkali ebendafür und zur Reaction auf Kupfer; Kalkwasser für Kohlensäure; salzsauren Baryt für Schwefelsäure und ihre Verbindungen; salpetersaures Silber für Salzsäure und ihre Verbindungen, auch Schwefelwasserstoff lasse sich dadurch nachweisen. Der Weingeist ist zum Trennen der verschiedenen Salze anwendbar. Für weniger sichere Reagentien erklärt Bergman die Lösungen von salpetersaurem Quecksilber, Sublimat, Eisenvitriol, essigsaurem Blei, Schwefelleber und die alkoholische Seifensolution, die man damals viel anwandte, um reines Wasser, was sich damit nicht trübe, zu erkennen. — Die Bestandtheile des Mineralwassers sucht man in unlösliche Verbindungen zu bringen; für die am häufigsten vorkommenden Salze giebt Bergman an, wieviel Säure und wieviel Basis in ihnen enthalten ist (vergl. sonst noch Theil I. Seite 248). In der Dissertatio

metallurgica de minerarum docimasia humida giebt Bergman die erste vollständigere Anleitung zur Prüfung der Mineralien auf nassem Wege. Er hebt hervor, wie man bisher sich dieser Methode nur insofern bedient habe, daß man das Metallische aus den Erzen durch Auflösungsmittel herauszog und es dann durch Hülfe des Feuers reducirte; Bergman aber zieht es vor, die metallischen Bestandtheile auch anders als durch Zurückführung in den regulinischen Zustand zu bestimmen. Er beschreibt die Reactionen der Metalle, macht zuerst darauf aufmerksam, daß die Metallkalke aus ihrer Solution durch ätzende Alkalien als Hydrate, durch kohlensaure Alkalien als kohlensaure Salze gefällt werden; er macht auf den Unterschied der Farbe aufmerksam, je nachdem man mit reinem oder mit kohlensaurem Alkali fällt, und auf die Aenderung der Farbe, welche durch Erhitzen des Niederschlages eintreten kann; er liefert überhaupt zuerst genauere Angaben über die Farbe der Niederschläge. Genaue Anweisung giebt er zur Analyse der Gold-, Platin-, Silber-, Quecksilber-, Blei-, Kupfer-, Zinn-, Wismuth-, Nickel-, Arsenik-, Kobalt-, Zink-, Antimon- und Manganerze. — Bergman fand, daß sich die meisten Mineralien in Salzsäure lösen, wenn sie nur sehr fein gepulvert sind; für die Fälle, wo sich die Lösung auf diese Art nicht erreichen läßt, wandte er zuerst das Aufschließen mit kohlensaurem Kali an, welche Operation in der Folge noch viele Verbesserungen erfuhr (vergl. darüber: Aufschließen, bei der Geschichte der Kieselerde im III. Theile). — Ueber Bergman's quantitative Resultate werde ich gleich in dem folgenden Abschnitte Näheres mittheilen.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

Neben Bergman zeichnete sich als genauer Analytiker auf nassem Wege Scheele aus, der indeß nur die qualitative Bestimmung der Bestandtheile im Auge hatte. Scheele hat seine Verfahrungsweisen zur Zerlegung von Verbindungen nicht zusammengestellt, allein jede seiner Arbeiten, wo er neue eigenthümliche Substanzen, die in die unorganische Chemie gehören, auffand, waren damals Muster der chemischen Analyse (vergl. I. Theil, Seite 258—261), und wenige Scheidekünstler kannten damals die Reactionen aller bekannten Stoffe so genau wie Scheele.

Die heutige Methode zur qualitativen Analyse auf nassem Wege wurde durch diese Arbeiten festgestellt, und kurz nur brauchen wir der Chemiker zu erwähnen, welche bis zu der neueren Zeit auf der einmal eröffneten Bahn die ausgezeichnetsten Fortschritte machten. In Deutschland stellte Göttling in seinem vollständigen chemischen Probirkabinet (1790) und in

Fortschritte der Analyse während des 19. Jahrhunderts.

seiner praktischen Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie (1802), und Lampadius in seinem Handbuch zur chemischen Analyse der Mineralkörper (1801) die besten damals bekannten Methoden zusammen. Westrumb besonders verbesserte die Methoden, Mineralwasser zu zerlegen, Klaproth's und nach ihm Stromeyer's Arbeiten gaben für die chemische Zerlegung der Mineralien ausgezeichnete Anhaltspunkte ab. Alle früheren Versuche, in einem Compendium die besten analytischen Verfahrungsweisen zusammenzufassen, übertraf weit Pfaff's [1]) Handbuch der analytischen Chemie (erschien zuerst 1821); genaue Kenntniß der Reagentien, des Grades ihrer Empfindlichkeit, Bekanntschaft mit den besten analytischen Methoden wurden durch dieses Werk vorzüglich verbreitet, dessen Ansehen erst durch H. Rose's [2]) gleichnamige Arbeit verdunkelt wurde. In Schwe-

---

[1]) Christian Heinrich Pfaff ist geboren zu Stuttgart 1773, wo er auch seine erste Bildung erhielt. 1793 promovirte er als Doktor der Medicin, und nahm zunächst seinen Aufenthalt in Göttingen; 1794 — 95 beschäftigte er sich in Kopenhagen mit der praktischen Medicin. Nach einer Reise durch Italien 1795 — 97 wurde er bald, 1800, als Professor in Kiel angestellt, wo er für Chemie und Physik noch thätig ist. Pfaff hat Ausgezeichnetes geleistet für die Chemie, für die Medicin (durch sein großes Werk »System der Materia medica« 1818 — 1824) und für die Physik, besonders für die Erkenntniß des Galvanismus, zu dessen ersten Bearbeitern er zählt.

[2]) Drei Generationen hindurch gehört, mit immer steigenden Verdiensten, der Name Rose zu denjenigen, welche die Chemie als die ihrer vorzüglichsten Vertreter nennt. — Valentin Rose, der ältere, war 1735 zu Neu-Ruppin geboren. Er widmete sich der Pharmacie; Chemie studirte er zu Berlin unter Marggraf, dessen Verwandter er war. Er ließ sich als Apotheker in Berlin nieder, wo er 1770 Assessor des Medicinalcollegiums wurde. In Folge zu angestrengter Thätigkeit starb er schon 1771. — Sein Sohn, Valentin Rose der jüngere, war 1762 zu Berlin geboren; seine Erziehung leitete Klaproth (vergl. I. Theil, Seite 343 ff.), auf dessen Rath er sich der Pharmacie widmete, welche er, von 1778 an, in Frankfurt a. M. erlernte. Von 1782 an studirte er zu Berlin; weitere Ausbildung suchte er noch unter Hagen in Königsberg. 1792 übernahm er die väterliche Apotheke in Berlin. Neben vielen rein wissenschaftlichen Arbeiten war er zugleich thätig für die Verbreitung der Chemie und in seinem amtlichen Wirkungskreise; von 1800 an hielt er regelmäßig Vorlesungen über Experimentalchemie für die Mitglieder der pharmaceutischen Gesellschaft zu Berlin, deren Mitdirector er seit 1802 war; als Assessor am Obermedicinalcollegium erwarb er sich besondere Verdienste um die Bearbeitung der preußischen Pharmacopöe. Er starb 1807. — Söhne von ihm sind Heinrich und Gustav Rose. Heinrich Rose ist geboren zu Berlin 1795. Die Pharmacie erlernte er zu Danzig, später studirte er zu Berlin, und gegen Ende des Jahres 1819 ging er nach Stockholm,

den wandte Berzelius der Analyse unorganischer Körper seine erfolgreiche Thätigkeit zu, und erhob die Mineralwasseranalyse zu ihrer jetzigen Vollkommenheit. — In Frankreich dienten im Anfange dieses Jahrhunderts vorzüglich Vauquelin's einzelne Untersuchungen als Vorbilder in der unorganischen Analyse, und Thénard gab später eine allgemeine Anleitung dafür. In England suchte, bald nach Bergman, Kirwan die analytischen Methoden des Ersteren zu verbessern, wobei er namentlich in die quantitativen Bestimmungen größere Genauigkeit brachte; auch zur Prüfung der Mineralwasser gab er am Ende des vorigen Jahrhunderts verbesserte Vorschriften. Die große Zahl von Chemikern, welche sich nach den eben genannten vorzugsweise dem Studium der Analyse zuwandten, glaube ich hier nicht weiter besprechen zu dürfen, da das Vorstehende hinreicht, über die Heranbildung des heutigen Zustandes der analytischen Chemie auf nassem Wege Aufschluß zu geben, und weiter zu gehen, nicht im Plane dieser

Fortschritte der Analyse während des 19. Jahrhunderts.

wo er anderthalb Jahre in Berzelius' Laboratorium arbeitete. Auf den Rath dieses seines Lehrers widmete er sich dem akademischen Lehramte; von Stockholm zurückgekehrt, verweilte er längere Zeit zu Kiel, wo er seine Dissertation: de Titanio ejusque connubio cum oxygenio et sulphure, schrieb, und zum Doctor der Philosophie promovirt wurde. Im Sommer 1822 habilitirte er sich als Privatdocent an der Berliner Universität, wo er seine Vorlesungen über praktisch-analytische Chemie im Herbste dieses Jahres begann. Im Jahre 1823 wurde er außerordentlicher, 1835 ordentlicher Professor der Chemie. Seine literarischen Leistungen finden sich in den letzten Bänden von Gilbert's Annalen, und seit der Fortsetzung derselben durch Poggendorff sämmtlich in des Letzteren Zeitschrift. Sein Handbuch der analytischen Chemie erschien zuerst 1829 in Einem Bande; die zweite Auflage, in zwei Bänden, 1831, die vierte 1838. Es wurde wiederholt in die französische, auch in die englische Sprache übersetzt. — Gustav Rose ist 1798 zu Berlin geboren; er bestimmte sich für die praktische Laufbahn als Bergmann, die er 1816 in Schlesien begann. Bald kehrte er wieder nach Berlin zurück, wo er sich mit dem theoretischen Theile seiner Wissenschaft beschäftigte. Seine Gesundheitsverhältnisse veranlaßten ihn, von der Bergbauwissenschaft abzugehen; er widmete sich jetzt vorzugsweise der Mineralogie, und promovirte zu Berlin 1820. Im Jahre 1821 arbeitete er längere Zeit in Berzelius' Laboratorium; in demselben Jahre wurde er zum Custos der Universitäts-Mineraliensammlung zu Berlin ernannt. Hier habilitirte er sich 1823 für Mineralogie, und wurde 1826 außerordentlicher, 1839 ordentlicher Professor. Mit A. von Humboldt und Ehrenberg machte er 1829 die Reise nach dem Ural, Altai und dem kaspischen Meere, deren Resultate er (in zwei Bänden, 1837 und 1841) beschrieb. Mit Uebergehung vieler anderen Abhandlungen nennen wir hier noch seine Elemente der Krystallographie (1ste Auflage 1833, 2te 1838).

Arbeit liegt. Ueber die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, über die Auffindung der wichtigsten Scheidungsmethoden das nachzutragen, was in dieser allgemeinen Darstellung keinen Platz finden konnte, wird die Geschichte der betreffenden Substanzen in den folgenden Theilen Gelegenheit bieten.

Quantitative Analyse.

Wir wollen dem Vorhergehenden noch Einiges über die Fortschritte der Kunst, die Bestandtheile einer Verbindung quantitativ zu bestimmen, hinzufügen, abgesondert, weil dieser Zweig der analytischen Chemie erst dann seine hauptsächlichsten Fortschritte macht, nachdem die qualitative Analyse schon ihren jetzigen Charakter angenommen hat.

Die vorstehenden Abschnitte enthalten bereits mehreres auf die quantitative Analyse Bezügliche; so diente die Cupellation schon in den früheren Zeiten zu quantitativen Bestimmungen. Wir wollen hier indeß vorzugsweise der Erkenntniß der Zusammensetzung eigentlicher chemischer Verbindungen nach Gewicht Aufmerksamkeit schenken.

Die erste Kenntniß der Zusammensetzung in dieser Beziehung geschah nicht auf analytischem Wege, sondern auf synthetischem. Die Waage wurde überhaupt in der Chemie lange nur zum Behuf der Zusammensetzung angewandt, spät erst, um die Zerlegungsproducte genauer zu ermitteln. Die erstere Anwendung fand sie schon bei den Alten; für die Zubereitung von Arzneimitteln, für die Zusammensetzung von Legirungen schrieb man damals schon bestimmte Gewichtsverhältnisse vor.

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

In der analytischen Chemie fand die Waage bis zu dem 17. Jahrhundert keine Anwendung, außer in der Probirkunst. Die Betrachtungsweise der Chemiker schloß damals, und lange nachher noch, viel zu wenig die Beachtung der quantitativen Verhältnisse ein, als daß man mittelst der Waage Behauptungen zu rechtfertigen oder zu widerlegen versucht hätte. In dem 17. Jahrhundert wandten einzelne Gelehrte zwar die Waage in dieser Beziehung an, ohne indeß bald Nachfolger zu finden. Rey gründete auf

die Beobachtung der Gewichtsverhältnisse eine Theorie über die Verkalkung der Metalle (vergl. da), van Helmont bediente sich ihrer, um seine Meinung über die Verwandlung des Wassers in vegetabilische Substanz zu rechtfertigen (vergl. I. Theil, Seite 120). Analytische Bestimmungen liegen indeß aus jener Zeit nur sehr wenige vor. Die Angaben über die Gewichtszunahme bei Verkalkung von Metallen gehören weniger hierher, weil man sie nicht als zur Kenntniß einer chemischen Verbindung gehörend ansah. Glauber machte eine der ersten Bestimmungen über die Zusammensetzung eines Salzes, indem er angab, sein sal mirabile (Glaubersalz) verliere durch Erhitzen $\frac{3}{4}$ (0,75, richtig: 0,56) Wasser. — Boyle theilt einige Angaben mit, welche deutlich zeigen, wie unbeachtet seiner Zeit noch die Gewichtsverhältnisse waren; er hebt hervor, daß der Niederschlag von Silbersolution mit Kochsalz schwerer wiege als das aufgelöste Silber; ganz unbestimmt ist auch seine Angabe, daß, um den mit Kohle verpufften Salpeter wieder herzustellen, man ihm soviel Säure wieder zufügen müsse, als er durch die Verbrennung verloren habe. Sehr deutlich zeigen die Fertigkeit, welche man um das Ende des 17. Jahrhunderts in quantitativen Bestimmungen hatte, die Resultate, welche Homberg und der ältere Geoffroy über die Zusammensetzung einiger Salze berichten. Homberg untersuchte 1699, wieviel von verschiedenen Säuren zur Neutralisation einer constanten Menge Weinsteinsalzes nöthig ist, und wieviel die wohlgetrocknete Verbindung sodann wiegt, und kam zu dem Resultate, daß alle Säuren durch diese Operation das Gewicht des Weinsteinsalzes um gleichviel vermehren (vergl. das Genauere in der Geschichte der Stöchiometrie in diesem Theile). Homberg war übrigens der Erste, welcher das Concentriren einer wässerigen Säure an einer Basis anempfahl, um die Menge der in jener enthaltenen wirklichen Säure zu ermitteln; die entweichende Kohlensäure brachte er freilich nicht mit in Rechnung. St. F. Geoffroy untersuchte 1717 den Salpeter und gab seine quantitative Zusammensetzung an: die Hälfte ist Wasser, ein Viertel absorbirende Erde und das letzte Viertel Säure.

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

Stahl's Schule legte, wie wir im I. Theile ausführlich besprochen haben, kein Gewicht auf quantitative Bestimmungen, und, mit Ausnahme ihrer letzten Anhänger, hat sie in dieser Beziehung nichts geleistet; nur hin und wieder kommt eine solche Angabe vor. So berichtet Marggraf 1749, daß zwei Unzen Silber, in Salpetersäure gelöst und mit Kochsalz gefällt,

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

einen Niederschlag geben, der getrocknet zwei Unzen, fünf Drachmen und vier Gran wiegt (richtig: zwei Unzen, fünf Drachmen und funfzehn Gran). Der Schwede Heinrich Theodor Scheffer suchte gleichfalls um 1750 [1]) die quantitative Zusammensetzung einiger chemischen Verbindungen zu bestimmen, und zwar in folgender indirecten Weise. Er sagt: Wenn man 16 Loth abgeknistertes Kochsalz mit 13 Loth starker Vitriolsäure destillirt und den Rückstand glüht, so findet man ihn 19½ Loth schwer. — Wenn man 16 Loth Kochsalz mit nur 8 Loth Vitriolsäure destillirt, so wird man finden, daß das Zurückbleibsel 18 Loth wiegt. Es sind hierbei offenbar 6 Loth Salzsäure fortgegangen (16 + 8 — 18), wenn aber 8 Loth Schwefelsäure 6 Loth Salzsäure austreiben, so müssen 13 Loth der ersteren 9½ der letzteren verdrängen. Es sind also in 16 Loth Kochsalz 9½ Loth Säure und folglich 6½ Loth mineralisches Laugensalz (richtig: 7½ der ersteren und 8½ des letzteren) enthalten, dagegen in 19½ Loth (wasserfreiem) Glaubersalz ebenso viel (6½) Laugensalz, aber 13 Loth Vitriolsäure (richtig: 8½ des ersteren und 11 der letzteren) stecken. —

Analysen von Cavendish.

Etwas genauer als diese ersten Versuche, die Zusammensetzung einiger Salze festzustellen, sind die Beobachtungen von Cavendish (1766) über den Kohlensäuregehalt einiger Salze; doch lassen nur wenige seiner Angaben eine Vergleichung mit unseren jetzigen Kenntnissen zu, weil sie meist auf unreine Stoffe gehen, auf Varietäten desselben Salzes nach seinem verschiedenen Vorkommen, auf Salze von wechselnder Zusammensetzung, wie kohlensaures Ammoniak u. s. w. Ich gebe hier nur zwei derselben wieder; Cavendish erhielt:

aus 1000 Grains Marmor 408 fixe Luft (richtig 436)
» » » Potasche 423 » » (» 318).

Analysen von Bergman.

Eine genauere Kenntniß, wieviel von den Bestandtheilen in den verschiedenen chemischen Verbindungen, und namentlich in den Salzen, enthalten ist, wurde erst durch Bergman's, Wenzel's, Kirwan's und einiger gleichzeitigen Chemiker Bemühungen eingeleitet. — Bergman besonders lenkte dieser Art von Bestimmungen die allgemeinere Aufmerksam-

[1]) Die Zeit, wann Scheffer diese Bestimmungen gemacht hat, ist nicht genau bekannt. Er erwähnt ihrer in seinen Vorlesungen über Chemie, welche nach dem Heft von Alströmer 1775 nach Scheffer's Tode durch Bergman veröffentlicht wurden. Alströmer besuchte Scheffer's Vorträge 1750.

keit zu. Einen unsterblichen Namen hat er sich dadurch in der Geschichte der analytischen Chemie erworben, daß er zuerst es einführte, einen Bestandtheil nicht immer im isolirten Zustande bestimmen zu wollen, sondern in derjenigen, ihrer Zusammensetzung nach genau bekannten, Verbindung, welche sich am leichtesten isoliren läßt. Ueber seine Methode einen Begriff zu geben, diene die Angabe, wie er die Zusammensetzung der Kali- und Natronsalze bestimmt. Zu diesen Bestimmungen nimmt er Potasche und Soda. Diese soll man erstlich gelind glühen, um sie wasserfrei zu machen. Zweitens ein bestimmtes Gewicht davon abwiegen, in ein geräumiges Glas *A* bringen und in etwas Wasser lösen. Drittens thue man in ein kleineres Glas *B* etwas von der Säure, für deren Salz man die Zusammensetzung kennen lernen will. Viertens verstopfe man *A* und *B*, und bestimme ihr Gewicht. Fünftens gieße man allmälig die Säure aus *B* in *A* und bedecke nach jedesmaligem Zugießen *A* lose mit seinem Stopfen, damit bei dem Aufbrausen keine Feuchtigkeit entweiche. Wenn die Zersetzung vollständig ist, so wiege man sechstens *A* und *B* wieder; sie werden zusammen weniger wiegen als vorher, um so viel, als in der angewandten Menge Salz Kohlensäure enthalten war. Siebentes wird diese Gewichtsdifferenz von der angewandten Menge kohlensauren Salzes abgezogen, und man erhält die Menge reinen Alkali's, die darin vorhanden war. Achtens wird die Flüssigkeit in *A* abgedunstet und gelinde geglüht; die Menge Salz, welche man erhält, besteht aus der Menge Alkali, die durch das siebente Verfahren gefunden wurde, und aus soviel Säure, als das Salz über diese Menge Alkali wiegt. Analysen von Bergman.

Die unmittelbaren Resultate dieses Verfahrens werde ich unten bei der Geschichte der Verwandtschaftslehre mittheilen; ich gebe hier noch eine Zusammenstellung Bergman'scher Analysen aus den Jahren 1775 bis 1784, welche die Genauigkeit seiner Bestimmungen beurtheilen lassen; die heutigen Annahmen über die Zusammensetzung füge ich in Klammern bei.

Nach Bergman enthalten 100 Theile:

	Krystall. Soda.	Doppeltkohlens. Kali.	Eisenvitriol.	Kupfervitriol.
Basis . .	20 (21,8)	48 (47,0)	23 (25,4)	20 (31,8)
Säure . .	16 (15,4)	20 (44,0)	39 (29,0)	40 (32,1)
Wasser . .	64 (62,8)	32 (9,0)	38 (45,6)	40 (36,1).

	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Schwefels. Natron.	Kochsalz.
Basis . .	52 (54,1)	61 (63,3)	15 (19,4)	42 (53,3)
Säure . .	40 (45,9)	31 (36,7)	27 (24,8)	52 (46,7)
Wasser . .	8	8	58 (55,8)	6

Analysen von Bergman.

	Kalkspath.	Gyps.	Kohlens. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	32 (32,9)	65 (77,6)	19 (16,7)
Säure . .	34 (43,7)	46 (46,3)	7 (22,4)	33 (32,4)
Wasser . .	11	22 (20,8)	28	48 (50,9).

Ich führe hier immer die Berechnung nach der Hypothese an, daß die Chlormetalle salzsaure Salze seien, wie es die Urheber der mitzutheilenden Analysen annahmen.

Analysen von Wenzel.

Zu der Zeit, wo Bergman sich mit quantitativen Bestimmungen zu beschäftigen anfing, 1777, publicirte Wenzel Analysen von Salzen, welche mit Bergman's Angaben in keiner Weise übereinstimmten. Wenzel schlug ähnliche Verfahrungsweisen ein wie Bergman; wie nahe er damit der Wahrheit kam, zeigt folgende Zusammenstellung:

	Salpeters. Natron.	Salpeters. Kali.	Salpeters. Kalk.	Salpeters. Bittererde.
Basis . .	37,5 (36,6)	48,1 (46,6)	33,8 (34,5)	28 (27,6)
Säure . .	62,5 (63,4)	51,9 (53,4)	66,2 (65,5)	72 (72,4)
	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Schwefels. Natron.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64,7 (63,3)	19,5 (19,4)	54,3 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	35,3 (36,7)	24,3 (24,8)	45,7 (46,7)
Wasser . .	—	—	55,2 (55,8)	—
	Schwefels. Zink.	Schwefels. Kalk.	Essigs. Natron.	Bittersalz.
Basis . .	46,2 (50,1)	40,2 (41,5)	39,7 (38,0)	16,9 (16,7)
Säure . .	53,8 (49,9)	59,8 (58,5)	60,3 (62,0)	30,6 (32,4)
Wasser . .	—	—	—	52,5 (50,9).

Nach ihm geben weiter:

100	metallisches	Blei	143,3	(146,4)	Bleivitriol
»	»	»	137,5	(134,2)	salzs. Blei
»	»	Silber	132,5	(132,8)	salzs. Silber.

Wenzel's Analysen blieben ebenso unbeachtet, wie seine auf sie gestützten theoretischen Folgerungen (vergl. Geschichte der Stöchiometrie in diesem Theile). Seinen so genauen Angaben fehlte der Glanz eines berühmten Namens, welcher die unrichtigen Resultate Bergman's überall angenommen werden ließ. Die Chemiker, welche die quantitative Zusammensetzung der Salze untersuchten, strebten nicht danach, sich zu Wenzel's Genauigkeit zu erheben, sondern verglichen ihre Resultate nur mit denen Bergman's. Unter ihnen müssen wir hier zuerst Wiegleb's erwähnen, der schon 1781 nach Bergman's oben angegebenem Verfahren controlirende Versuche anstellte. Er fand die Zusammensetzung für folgende wasserfreie Salze:

Analysen von Wiegleb.

	Kohlens. Kali.	Schwefels. Kali.	Salpeters. Kali.	Salzs. Kali.
Basis . .	52 (68,1)	49,5 (54,1)	53,5 (46,6)	80 (63,3)
Säure . .	48 (31,9)	50,5 (45,9)	46,5 (53,4)	20 (36,7)

	Kohlens. Natron.	Schwefels. Natron.	Salpeters. Natron.	Salzs. Natron.
Basis . .	64—56 (58,6)	43,6 (43,8)	41,8 (36,6)	53,2 (53,3)
Säure . .	36—44 (41,4)	56,4 (56,2)	58,2 (63,4)	46,8 (46,7).

Ehe wir weiter mit der Zusammenstellung fortfahren, welche uns die Fortschritte in der Kenntniß über die Zusammensetzung der Salze zeigt, müssen wir hier den Einfluß von Lavoisier auf die quantitative Analyse besprechen, der um jene Zeit, um 1790, Geltung gewann. Bereits in der Einleitung zum V. Zeitalter in dem I. Theile wurde hervorgehoben, welche Wichtigkeit seine Arbeiten für die Beachtung der Gewichtsverhältnisse überhaupt hatten; daß durch ihn eigentlich zuerst zur allgemeinen Anerkennung gebracht wurde, die Summe der Gewichte der Bestandtheile müsse dem Gewichte der Verbindung gleich sein, von dem Gewichte der Materie gehe durch chemische Operationen nichts verloren und werde nichts erzeugt. Wir heben dies hier nochmals hervor, weil um 1790 diese Wahrheit noch keineswegs allgemein erkannt war, wie denn z. B. Hermbstädt noch 1786 eine Beobachtung publicirte, nach welcher ein Pfund Braunstein 1430 Cubikzoll Luft, Sauerstoff, beim Erhitzen abgab, ohne an Gewicht zu verlieren. — Lavoisier's quantitative Analysen gingen indeß nicht auf die Salze, deren Untersuchung die anderen gleichzeitigen Chemiker vorzugsweise beschäftigte, sondern zur Begründung der antiphlogistischen Theorie untersuchte er hauptsächlich die Zusammensetzung der Säuren, des Wassers und, größtentheils nach fremden Versuchen, die der Oxyde (vergl. die Geschichte dieser im III. Theile). Einige seiner Resultate sind folgende: Analysen von Lavoisier.

Kohlensäure.		Salpetersäure.		Phosphorsäure.	
Kohlenstoff	28 (27,3)	Stickstoff	20,5 (26,2)	Phosphor	39,4 (44,0)
Sauerstoff	72 (72,7)	Sauerstoff	79,5 (73,8)	Sauerstoff	60,6 (56,0).

Auf dieselbe Klasse von Körpern richteten Berthollet, Fourcroy und Andere vorzugsweise damals ihre analytischen Bestrebungen.

Kehren wir jedoch zurück zu der Angabe der Verbesserungen, welche hinsichtlich der Kenntniß über die quantitative Zusammensetzung der Salze versucht wurden. In dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts waren in dieser Beziehung besonders Kirwan und Richter thätig. Des Ersteren Untersuchungen über die Zusammensetzung der Salze schließen sich an die

Bergman's an, und wie dieser glaubte er einen Zusammenhang zwischen den Quantitäten von Säuren und Basen, die sich neutralisiren, und der Affinität zwischen ihnen zu finden (vergl. Geschichte der Verwandtschaftslehre); des Letzteren Arbeiten setzen die Bemühungen von Wenzel fort, allgemeine Gesetze über die Proportionen der Bestandtheile in den Neutralsalzen aufzufinden (vergl. Geschichte der Stöchiometrie).

Analysen von Kirwan.

Kirwan untersuchte, namentlich 1790—1800, eine große Menge von Salzen; seine Arbeiten darüber stehen noch in Verbindung mit seinen Bemühungen, den Gehalt an wahrer Säure in den wässerigen Mineralsäuren aus dem specifischen Gewichte bestimmen zu können.

	Soda.	Doppeltkohlens. Kali.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Bittererde.
Basis .	60 (58,6)	41 (47,0)	43,9 (43,8)	36,7 (34,0)
Säure .	40 (41,4)	43 (44,0)	56,1 (56,2)	63,3 (66,0)
Wasser .	—	16 (9,0)	—	—

	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Glaubersalz.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64 (63,3)	18,5 (19,4)	53 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	36 (36,7)	23,5 (24,8)	47 (46,7)
Wasser . .	—	—	58,0 (55,8)	—

	Kohlens. Kalk.	Gyps.	Schwefels. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	35,2 (32,9)	67 (65,6)	17,0 (16,7)
Säure . .	45 (43,7)	50,4 (46,3)	33 (34,4)	29,3 (32,4)
Wasser . .	—	14,4 (20,8)	—	55,7 (50,9)

	Eisenvitriol.	Bleivitriol.	Kupfervitriol.	Zinkvitriol.
Basis . .	28 (25,4)	75,0 (73,6)	41,2 (31,8)	40,6 (28,1)
Säure . .	26 (29,0)	23,4 (26,4)	30,3 (32,1)	20,4 (28,0)
Wasser . .	46 (45,6)	1,6	28,5 (36,1)	39,0 (43,9).

Kirwan erlangte in seinen Endresultaten mehr Richtigkeit, weil er eine größere Zahl von früheren Analysen zur Vergleichung benutzen konnte, was für Bergman nicht möglich gewesen war. Die Uebereinstimmung verschiedener Chemiker hinsichtlich der Zusammensetzung eines Salzes sah Kirwan für den einzigen Anhaltspunkt an, ob die letztere für richtig erkannt zu erachten sei; er benutzte nicht zur Controle seiner Analysen die Entdeckungen in der Stöchiometrie, welche Wenzel schon klar erkannt hatte. — Unter den damaligen Analytikern Englands ist noch Black hervorzuheben, der namentlich 1794 bei Gelegenheit seiner Analyse des Geyser-Wassers von Island mehrere quantitative Angaben publicirte; ihre Genauigkeit zeigen folgende Proben; nach seinen Versuchen

Analysen von Black.

bestehen 100 kryſtall. Soda aus 21,2 (21,8) Natron, 14,8 (15,4) Kohlenſ., 64,0 (62,8) Waſſer.
enthalten 100 ſchwefelſ. Natron ſo viel Säure als 170 (163,5) ſchwefelſ. Baryt.
» 100 Kochſalz » » » » 235 (244,6) ſalzſ. Silber.

In Deutſchland beſchäftigte ſich 1790 — 1800 vorzüglich Richter mit der Analyſe von Salzen, um dadurch die Gültigkeit der von Wenzel und von ihm aufgefundenen ſtöchiometriſchen Geſetze zu beſtätigen. An Genauigkeit blieb er hinter Wenzel weit zurück; indem er die Möglichkeit, aus der empiriſchen Ermittlung der Zuſammenſetzung einiger Salze die anderer vorauszubeſtimmen, einſah, corrigirte er hiernach jede ſeiner fehlerhaften Analyſen nach anderen fehlerhaften, und entfernte ſich ſo in vielen Fällen weit von der Wahrheit. Es zeigt ſich dies am beſten in der Aequivalententafel, die aus ſeinen Angaben abgeleitet iſt und welche in der Geſchichte der Stöchiometrie nachgeſehen werden kann; ich gebe deßhalb hier nur wenige ſeiner Analyſen:

Analyſen von Richter.

	Salpeterſ. Natron.	Salpeterſ. Kali.	Schwefelſ. Baryt.	Salpetrſ. Strontian.
Baſis . .	37,9 (36,6)	53,3 (46,6)	69 (65,6)	48,6 (58,6)
Säure . .	62,1 (63,4)	46,7 (53,4)	31 (34,4)	51,4 (41,4).

	Salpeterſ. Kalk.	Schwefelſ. Kalk.	Eſſigſ. Natron.	Salpeterſ. Bittererde.
Baſis . .	36,1 (34,5)	44,2 (41,5)	44,6 (38,0)	30,4 (27,6)
Säure . .	63,9 (65,5)	55,8 (58,5)	55,4 (62,0)	69,6 (72,4).

Weit genauer waren die Reſultate Klaproth's, der behufs ſeiner Unterſuchungen über die Conſtitution der Mineralien ſich zuerſt über die Zuſammenſetzung derjenigen chemiſchen Verbindungen unterrichten mußte, in welchen man die gewöhnlich vorkommenden Beſtandtheile am paſſendſten abſcheidet. Seiner Verdienſte um die quantitative Analyſe wurde ſchon früher (I. Theil, Seite 345 ff.) erwähnt; hier bemerke ich noch, daß es auch Klaproth war, der zuerſt auf die Nothwendigkeit aufmerkſam machte, allen Niederſchlägen einen conſtanten Grad der Trockenheit zu geben, am beſten ſie zu glühen, bevor man ſie dem Gewichte nach beſtimme. Auf dieſe Art erhielt er viel richtigere Reſultate als ſeine Vorgänger; die erſten Bände ſeiner „Beiträge zur chemiſchen Kenntniß der Mineralkörper“ (von 1795 an) enthalten viele Beſtimmungen über die Zuſammenſetzung der wichtigſten Salze; z. B.:

Analyſen von Klaproth.

Analysen von Klaproth.

	Krystall. Soda.	Salzs. Kali.	Schwefels. Baryt.	Schwefels. Strontian.
Basis . .	22 (21,8)	63,8 (63,3)	66,7 (65,6)	58 (56,4)
Säure . .	16 (15,4)	36,2 (36,7)	33,3 (34,4)	42 (43,6)
Wasser . .	62 (62,8)	—	—	—

	Schwefels. Kalk.	Gyps.	Kohlens. Baryt.	Kohlens. Blei.
Basis . .	42,4 (41,5)	33,0 (32,9)	78—79 (77,6)	83,67 (83,5)
Säure . .	57,6 (58,5)	45,5 (46,3)	22—21 (22,4)	16,33 (16,5)
Wasser . .	—	21,5 (20,8)	—	—

Es geben nach ihm 100 Blei 115 (107,7) Bleioxyd.
» » » » » » 133 (134,2) salzs. Blei.
» » » » » » 141 (146,4) schwefels. Blei.

und ebenso genau bestimmte er die Zusammensetzung anderer natürlich vorkommender Substanzen, z. B.:

	Zinnstein.	Eisenoxyd.		Schwefelsilber.	Auripigment.
Metall .	79,5 (78,6)	67 (69,3)	Metall	85 (87,1)	62 (60,9)
Sauerstoff	20,5 (21,4)	33 (30,7)	Schwefel	15 (12,9)	38 (39,1).

Analysen von V. Rose.

Klaproth's Bemühungen, die Zusammensetzung der wichtigsten Salze genau kennen zu lernen, wurden unterstützt durch die Arbeiten seines Schülers, des jüngern Valentin Rose. Dieser ermittelte 1803—1805 das Verhältniß der Bestandtheile in vielen Salzen; er fand z. B.:

	Krystall. Soda.	Doppeltkohlens. Natron.	Doppeltkohlens. Kali.	Salzs. Strontian.
Basis .	24 (21,8)	37 (37,0)	53 (47,0)	67,85 (65,5)
Säure .	15 (15,4)	49 (52,3)	43 (44,0)	32,15 (34,5)
Wasser .	61 (62,8)	14 (10,7)	4 (9,0)	—

	Salzs. Kali.	Salzs. Natron.	Sublimat.	Salzs. Baryt.
Basis . .	66,03 (63,3)	56,8 (53,3)	81,5 (79,9)	75,7 (73,6)
Salzsäure .	33,97 (36,7)	43,2 (46,7)	18,5 (20,1)	24,3 (26,4).

100 Silber geben nach ihm 133 (134,2) salzs. Silber.

Analysen von Bucholz.

Auch Bucholz, der zu derselben Zeit wie Rose sich mit der quantitativen Analyse der wichtigsten Salze beschäftigte, verdient hier genannt zu werden; seine Resultate entsprechen der Wahrheit sehr nahe; er fand z. B.:

	Schwefels. Kali.	Schwefels. Baryt.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Kalk.
Basis . .	55,7 (54,1)	67,5 (65,6)	46,5 (43,8)	43,4 (41,5)
Säure . .	43,3 (45,9)	32,5 (34,4)	53,5 (56,2)	56,6 (58,5)
Wasser . .	1,0	—	—	—

	Schwefels. Blei.	Kohlens. Baryt.	Glaubersalz.	Gyps.
Basis . .	74 (73,6)	79,7 (77,6)	20 (19,4)	33 (32,9)
Säure . .	26 (26,4)	20,0 (22,4)	23 (24,8)	43 (46,3)
Wasser . .	—	0,3	57 (55,8)	24 (20,8).

100 Silber geben nach ihm 133⅓ (134,2) salzs. Silber.

In Frankreich zeichneten sich zu jener Zeit in der quantitativen Analyse hauptsächlich Vauquelin und Proust aus; auch ihre Analysen trugen wesentlich dazu bei, die Gesetzmäßigkeiten in der quantitativen Zusammensetzung bald erkennen zu lassen. Nach Vauquelin's damaligen Untersuchungen bestehen z. B.: Analysen von Vauquelin.

	Kohlens. Kali.	Doppeltkohlens. Kali.	Schwefels. Strontian.	Salzs. Strontian.
Basis . .	67 (68,1)	46 (47,0)	54 (56,4)	60,7 (65,5)
Säure . .	33 (31,9)	47 (44,0)	46 (43,6)	39,3 (34,5)
Wasser . .	—	7 (9,0)	—	—

	Halbschwefelkupfer.	Schwefelsilber.	Schwefelblei.	Auripigment.
Metall . .	78,7 (79,7)	87,3 (87,1)	86,23 (86,5)	57 (60,9)
Schwefel .	21,3 (20,3)	12,7 (12,9)	13,77 (13,5)	43 (39,1).

Proust's Geschicklichkeit im Analysiren war es endlich, die für alle chemischen Verbindungen constante Zusammensetzung als ihren wesentlichsten Charakter darthat, und welche zeigte, daß sich dieselben Bestandtheile nur in sprungweise ändernden, nicht nach allmälig in einander übergehenden Verhältnissen verbinden. Seine Analysen umfaßten viele künstlich chemische Verbindungen, namentlich Oxyde und Schweflungsstufen, und gaben ihre Zusammensetzung sehr richtig an; er fand z. B.: Analysen von Proust.

	Halbschwefelkupfer.	Schwefelantimon.	Schwefelblei.	Anderthalb Schwefeleisen.
Metall . .	78 (79,7)	75,1 (72,8)	86 (86,5)	52,64 (52,9)
Schwefel .	22 (20,3)	24,9 (27,2)	14 (13,5)	47,36 (47,1).

	Zinnoxydul.	Zinnoxyd.	Bleioxyd.	Kupferoxydul.	Kupferoxyd.
Metall .	87 (83,1)	78,1—78,4 (78,6)	91 (92,8)	85,5—86,2 (88,8)	80 (79,8)
Sauerstoff	13 (16,9)	21,9—21,6 (21,4)	9 (7,2)	14,5—13,8 (11,2)	20 (20,2).

	Calomel.	Sublimat.
Oxyd . .	86,94 (88,5)	80,43 (79,9)
Salzsäure .	13,06 (11,5)	19,57 (20,1)

	Einfachessigs. Kupfer.
Oxyd . .	39 (39,8)
Säure u. Wasser	61 (60,2).

Auf Proust's Bemühungen folgte Dalton's Aufstellung der atomistischen Theorie; mit ihrer Anerkennung, mit der Geltendmachung der

stöchiometrischen Gesetze durch Berzelius nimmt die quantitative Analyse eine andere Gestalt an, ihre gegenwärtige. Während zuerst sich viele Chemiker sträubten, diese Gesetze als eine Controle für die Analysen anzusehen, glaubte man später, jede Analyse nach derselben berechnen zu können. So wurde 1821 die Ansicht aufgestellt, daß jedes Mineralwasser als Ganzes nach stöchiometrischen Formeln zusammengesetzt sei. Die analytische Chemie nach der Zeit, wo die chemische Proportionslehre bearbeitet wurde, ist hier in ihren quantitativen Resultaten nicht weiter zu verfolgen; die Atomgewichtstafeln, welche in der Geschichte der Stöchiometrie enthalten sind, gestatten über ihre Fortschritte im Allgemeinen so viel Uebersicht, als der Plan dieses Buches geben kann.

Geschichte der mineralogischen Chemie.

Unter die wichtigsten Erweiterungen, deren sich je die Chemie zu erfreuen hatte, gehört die, daß man die Mineralien aus dem chemischen Gesichtspunkte betrachtete, daß man für diese Naturkörper nachwies, auch ihre Zusammensetzung folge den allgemeinen Gesetzen, die überhaupt bei chemischen Verbindungen stattfinden, daß man so den Kreis der chemischen Verbindungen, deren Eigenthümlichkeiten man vergleichen kann, welcher sonst hauptsächlich auf künstlich darzustellende Substanzen beschränkt schien, durch Zuziehung der in der Natur als Individuen fertig gebildet vorkommenden Körper erweiterte. Einleitung.

Sofern wir hier überhaupt davon sprechen, wie sich das Gebiet der Chemie in einzelnen Richtungen nach und nach erweiterte, scheint es angemessen, die Geschichte der Mineralogie in ihrem Zusammenhange mit der Chemie ausführlicher zu verfolgen, und wir haben hier zugleich Gelegenheit, die Entwicklung eines für die Chemie im höchsten Grade wichtig gewordenen Studiums kennen zu lernen, der Krystallographie nämlich, welche ursprünglich der Mineralogie zum Nutzen gepflegt, später auch für die gesammte Chemie von Interesse geworden ist, und für viele einzelne Lehren derselben die hauptsächlichsten Anhaltspunkte geboten hat.

Dieser Ueberblick der Entwicklung der mineralogischen Chemie kann auf keine Vollständigkeit Anspruch machen, was die Geschichte der Krystallographie und der Mineralogie als eigenthümlicher Wissenschaften betrifft. Beide Fächer der Naturforschung betrachten wir hier nur insofern, als ihre Ausbildung zur Erweiterung des Gebiets der Chemie beitrug; wir betrachten von ihnen nur die hauptsächlichsten Ereignisse, nur das Ineinandergreifen jener Wissenschaften mit der Chemie. Vieler Umstände, vieler Namen, welche in einer speciellen Geschichte der Mineralogie oder der Krystallographie besprochen werden müßten, kann somit hier keine Erwähnung geschehen.

Einleitung.

Die beiden hauptsächlichsten Richtungen in der Mineralogie — die naturhistorische Auffassungsweise, welche die äußeren Kennzeichen der Mineralien vorzugsweise beachtet und die sich in der Krystallographie besonders ausbildete, und die chemische Auffassungsweise, die sich die Kenntniß der Zusammensetzung zur Aufgabe setzt — entwickelten sich nicht eine ganz nach der andern, auch nicht gleichmäßig, sondern abwechselnd schien bald die eine, bald die andere Auffassungsart vorzuwalten. Die krystallographische Auffassung hat der Zeit nach länger die Mineralogie geleitet, wenn wir den Zeitraum hauptsächlich berücksichtigen, wo die Untersuchung der Mineralien wissenschaftlich betrieben wurde; allein die Krystallographie nahm in ihrer Entwicklung auch nur die Mineralien zum Gegenstande ihres Studiums (das Wenige, was aus früherer Zeit über die krystallographischen Eigenschaften künstlicher chemischer Verbindungen beobachtet wurde, werden wir weiter unten angeben, wo wir die Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf die Eigenschaften bei chemischen Verbindungen besonders besprechen). Die Chemie hat in verhältnißmäßig kurzer Zeit einen entschiedenen Einfluß auf die Mineralogie geltend gemacht, aber es war dies auch für die Chemie nur eine Anwendung von bereits gewonnenen Kenntnissen, zu deren vorgängiger Erlangung sie vieler Jahrhunderte bedurft hatte.

Uebersicht der zu betrachtenden Systeme.

Die verschiedenen Systeme, deren hier zu erwähnen ist, lassen sich wohl am besten in der Reihenfolge übersehen, daß wir die krystallographische und die chemische Richtung nicht abgesondert, sondern in ihrer Wechselwirkung zusammen betrachten. Wenig Aufmerksamkeit nur verdienen hier die Classificationsversuche, welche bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts aufgestellt wurden. In der Mitte des 18. Jahrhunderts wird die Krystallgestalt von Linné als hauptsächlichster Anhaltspunkt zur Errichtung eines Systems der Mineralien benutzt; wir haben die Entwicklung der Kenntnisse über die Krystallformen zu verfolgen, und besonders Delisle's und Hauy's Einfluß hierauf zu besprechen. Auf die genaue Kenntniß der Krystallgestalt gestützt, aber auch zugleich die chemische Zusammensetzung berücksichtigend, führte Hauy seine Classification der Mineralien durch. Zur Würdigung des Hauy'schen Systems ist es nöthig, die Fortschritte, welche die Chemie in Bezug auf die Mineralogie bis dahin gemacht hatte, genauer zu betrachten; wir haben Cronstedt's und Bergman's Mineralsysteme kennen zu lernen; an die mineralogisch-chemischen Arbeiten dieser Gelehrten schließen

sich die von Klaproth und Vauquelin an, und was die Analysen der Letzteren über die Zusammensetzung der Mineralien ergeben, wird vorzüglich, zugleich mit den krystallographischen Merkmalen der Fossilien, von Hauy bei der Aufstellung seines Systems berücksichtigt. Neben Hauy's System ist das von Werner gleichzeitig aufgestellte zu betrachten. Später treten sich die naturhistorische und die chemische Richtung schroffer gegenüber; Berzelius gründet sein mineralogisches System ausschließlich auf die chemische Zusammensetzung, Mohs das seinige ausschließlich auf die äußeren Kennzeichen der Mineralien. Eine Vermittlung beider Systeme in vielen einzelnen Fällen ging aus Mitscherlich's Entdeckung des Isomorphismus hervor, durch welche eine Aehnlichkeit in den äußeren Eigenschaften als Folge ähnlicher chemischer Zusammensetzung nachgewiesen wurde; ein System aufzustellen, in welchem die Mineralien gleichzeitig nach der Analogie ihrer äußeren Eigenschaften und ihrer chemischen Zusammensetzung geordnet seien, versuchten dann später Beudant, L. Gmelin, Naumann u. A. Uebersicht der zu betrachtenden Systeme.

In den Schriften der Alten finden wir nichts, was uns zu der Ansicht berechtigen könnte, daß sie überhaupt die Gebilde des Mineralreichs in einer umfassenderen Eintheilung zu übersehen gesucht hätten. Als den ersten Versuch einer wenn auch nicht weiter durchgeführten Eintheilung der Mineralien müssen wir den des Avicenna ansehen, der zuerst Steine, Metalle, schweflige Substanzen und Salze unterschied; eine Eintheilung, die gewissermaßen den naturhistorischen mit dem chemischen Charakter vereinigt, da sie sich auf die hervorstechendsten physikalischen Eigenschaften stützt, welche von chemischer Verschiedenheit begleitet und bedingt sind. Deßhalb sehen wir auch eine Eintheilung, wie die Avicenna's, öfters wiederholt, und namentlich werden wir noch durch Werner's allgemeine Classification, die ich bald anführen werde, daran erinnert. Avicenna's Eintheilung der Mineralien

Insofern für einen bestimmten Kreis von Mineralien, wie er für einen einzelnen Beobachter in früherer Zeit durch seinen Aufenthaltsort einigermaßen begrenzt war, eine vollkommenere Einsicht in die äußeren Charaktere leichter zu erlangen ist als in ihre chemischen Eigenschaften, kann es uns nicht wundern, wenn wir einen der besten Chemiker des 16. Jahrhunderts, Agricola, bei seiner Eintheilung der Mineralien die äußeren Unterscheidungszeichen vorzugsweise berücksichtigen, den chemischen hingegen nur wenig Aufmerksamkeit schenken sehen. In seinen zehn Büchern de natura fossilium,

Agricola's Unterscheidung der Mineralien.

wo zuerst er eine genauere Beschreibung aller Mineralien versuchte, hat besonders er die Methode der äußeren Kennzeichen in einer Vollkommenheit zur Unterscheidung und Classification in Anwendung gebracht, die für seine Zeit höchst anerkennenswerth ist; und hat er auch speciell die beiden Gesichtspunkte, die uns hier hauptsächlich beschäftigen, den chemischen und den krystallographischen, wenig gefördert, so hat er doch allen späteren Bearbeitern der Mineralogie wesentlich vorgearbeitet.

Becher's Eintheilung der Mineralien.

Der Erste, welcher die chemischen Kennzeichen der Mineralien vorzugsweise hervorzuheben trachtete, war Becher in seiner 1669 erschienenen Physica subterranea. Sein Standpunkt indeß, den ich in dem I. Theile, Seite 178 f., hervorgehoben habe, konnte ihn noch nicht befähigen, wirklich auf chemische Principien gestützt eine Classification durchzuführen. Seine Ansichten darüber sind undeutlich ausgedrückt. Er theilt die Mineralien in mixta simplicia, mixta composita und mixta decomposita. Mixta simplicia sind z. B. Elementarerde und Wasser, als composita bezeichnet er die Steine, Erden und Metalle. Die decomposita können nach ihm sein sicca (wie Asphalt und Schwefel), liquida (Bergöl), metallica (dahin rechnet er Zinnober, Arsenik, Realgar) oder salina (wie die Vitriole) u. s. w. Diese Ansichren geben weder Anhaltspunkte für ein bestimmtes System aller Mineralien, noch für die Erkennung eines einzelnen, und so blieben die äußeren Kennzeichen für die, welche sich mit der Mineralogie eigentlich beschäftigten, zu jener Zeit und noch lange nachher die eigentliche Grundlage.

Entwicklung der krystallographischen Mineralogie.

Es wurden diese äußeren Kennzeichen, und unter ihnen hauptsächlich die krystallographischen, zur Grundlage des Systems, welches der berühmte Classificator des ganzen Bereiches der Naturgeschichte, Linné, aufstellte. Um die Entwicklung der Krystallographie hier anzuknüpfen, müssen wir indeß weiter zurückgehen, und die ersten Anfänge dieser Wissenschaft betrachten.

Schon den Alten war das Vorkommen einzelner Mineralien in bestimmten Formen, die häufig dieselben oder einander ähnlich sind, bekannt; und diese Eigenthümlichkeit diente schon dem Plinius im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung in einigen Fällen als Anhaltspunkt zur Beschreibung. Vom Diamant unterscheidet er z. B. sechs Arten und giebt die Beschreibung des einen: Indici, non in auro nascentis, sed quadam crystalli cognatione; siquidem et colore translucido non differt, et laterum

sexangulo laevore turbinatus in mucronem, aut duabus contrariis partibus, quo magis miremur, ut si duo turbines latissimis suis partibus jungantur. Und von dem Bergkrystall sagt er: Quare sexangulis nascatur lateribus (crystallus), non facile ratio inveniri potest, eo magis quod neque mucronibus eadem species est, et ita absolutus est laterum laevor, ut nulla id arte possit aequari. An dem Bergkrystall machten die Alten zuerst die Beobachtung einer von Natur regelmäßigen Gestalt, und von ihm trug sich die Bezeichnung Krystall auf alle solche Körper über. Dem Bergkrystall selbst war von den Griechen der Name gegeben mit Rücksicht darauf, daß sie ihn, wie Eis, durch heftige Kälte entstanden wähnten (κρύσταλλος, Eis). In der letzten der eben mitgetheilten Stellen liegt zugleich schon die Wahrnehmung eines Umstandes, der lange diejenigen verwirrt machte, welche sich mit der Betrachtung der Krystalle abgaben, nämlich die Verschiedenheit in der Gestalt von Exemplaren, die offenbar einer und derselben Substanz angehören. Welches Hinderniß dieser Umstand in den Weg legte, und zu welchen Irrthümern er Veranlassung gab, ersieht man nach langem Zwischenraume, in dem die Krystallkunde wenig oder gar keine Fortschritte gemacht hatte, aus den Ansichten Gessner's [1]), der 1564 in seinem Werke »de rerum fossilium, lapidum et gemmarum maxime figuris« die Ansicht aussprach, die verschiedenen Krystalle derselben Substanz seien nicht allein durch die verschiedene Größe der Flächen, sondern auch durch die der Winkel, folglich in der ganzen Figur verschieden. Es war dies die Meinung, welche bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts bei vielen Mineralogen die herrschende blieb, obwohl schon 1669 der berühmte Anatom Nicolaus Steno (geboren 1638 zu Kopenhagen, gestorben 1687 zu Schwerin) die Constanz der Winkel bei dem Bergkrystall, und 1707 der Italiener Gulielmini dasselbe als ein für alle Krystalle gültiges Princip ausgesprochen hatte. Doch wurde dieser Satz erst bestimmter bewiesen und allgemein angenommen, als die Krystallographie dadurch genauer studirt wurde, daß sie als ein hauptsächliches Hülfsmittel der Mineralogie zutrat.

Entwicklung der krystallographischen Mineralogie.

[1]) Conrad Gessner, als Polyhistor bekannt, war 1516 zu Zürich geboren. Nachdem er seine Studien in seiner Vaterstadt, Straßburg und Paris gemacht hatte, wurde ihm in Zürich ein unbedeutendes Schulamt übertragen. Unzufrieden hiermit, studirte er Medicin zu Basel, blieb indeß auch nicht in dieser Richtung, sondern nahm eine Professur der griechischen Sprache zu Lausanne an, die er später gegen eine Professur der Philosophie in Zürich vertauschte, wo er zugleich als praktischer Arzt sich beschäftigte. Er starb 1565.

Linné's System der Mineralien.

Von Linné finden wir zuerst in seinem Systema naturae (1768) die krystallinische Form als das wichtigste Kennzeichen der Mineralien hervorgehoben, aber unbekannt mit der Zurückführung der Krystallgestalten auf einander, mit der scharfen geometrischen Bestimmung jeder vorkommenden Form, stellte er alle Mineralien zusammen, die eine nur irgend annähernde Aehnlichkeit in der Krystallgestalt zeigen, unbekümmert, ob sie sonst auch nur irgend etwas anderes Gemeinsames in ihren Eigenschaften besäßen. So stellte er die verschiedenartigsten Stoffe, Diamant und Alaun z. B., zusammen, weil ihnen die oktaedrische Gestalt gemeinsam ist, und führte überhaupt die Errichtung eines künstlichen Systems, welches in der Botanik mit Beifall aufgenommen worden war, in der Mineralogie mit einer Consequenz durch, die, nur Einem Leitfaden folgend, die systematische Uebersicht über alle anderen Kennzeichen der Mineralien vernichtete.

So konnte es nicht fehlen, daß andere Naturhistoriker, in den entgegengesetzten Fehler fallend, die krystallographischen Kennzeichen als die allerunwesentlichsten betrachteten, wie dies namentlich Buffon in seiner Histoire naturelle des minéraux 1783 aussprach und die Classificirung ohne weitere Rücksicht auf dies Merkmal durchzuführen suchte. Aber die Krystallgestalt konnte auch dann erst mit Nutzen zur Distinction gebraucht werden, als man die verschiedenartigsten Formen eines und desselben Minerals auf eine einzige zurückführen, aus einer einzigen ableiten lernte.

Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten.

Ohne uns hier bei den Mineralogen aufhalten zu wollen, die für einzelne leichtere Fälle die Zurückführung verschiedener Gestalten eines Minerals auf eine einfachere Gestalt versuchten (wie denn z. B. Werner schon 1774 die Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung der Kanten und Ecken als die Ursachen aussprach, welche die Krystallgestalt desselben Körpers verändern können), gehen wir gleich zu den Männern über, welche vorzüglich die Krystallographie aus einem allgemeineren Gesichtspunkte betrachteten und auf wissenschaftlich bestimmte Principien zurückzuführen wußten.

Bergman.

Die erste Entdeckung, daß sich aus allen Formen einer krystallisirten Substanz eine einzige, die Grundgestalt, durch Spalten erhalten lasse, scheint Gahn und Bergman anzugehören. Gahn bemerkte, daß Kalkspathkrystalle, die eine von der rhomboedrischen sehr verschiedene Gestalt haben, sich auf diese durch Spaltung zurückführen lassen; er theilte dieses Factum an Bergman mit, welcher in einer 1773 publicirten Abhandlung (variae crystallorum formae a Spatho ortae) die Herleitung einer Grundgestalt aus verwickelteren

Combinationen durch mechanische Theilung nachzuweisen und zugleich zu zeigen suchte, auf welche Art aus der Grundgestalt eine Combination, durch Juxtaposition mehrerer Rhomben z. B. eine sechsseitige Säule, entstehen kann. Bergman übrigens führte diese Ansicht zu wenig allgemein durch, als daß man ihm die Begründung der Krystallographie beilegen könnte, wie sie später Hauy, auf dasselbe Factum gestützt, nachwies.

Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten.

Zu gleicher Zeit mit Bergman bemühete sich ein anderer Gelehrter, die Regelmäßigkeiten in der Krystallform aufzufinden. De l'Isle[1]), der seit 1772 als Schriftsteller über diesen Gegenstand aufgetreten war, suchte besonders in seiner 1783 veröffentlichten Crystallographie zu beweisen, daß die Winkel jedes Krystalls von unveränderlicher Größe sind, welches auch die Veränderung in der Form sein mag, welche durch die verschieden große Ausbildung der einzelnen Seitenflächen hervorgebracht wird; er bemerkte dabei, daß sich diese Unveränderlichkeit der Winkel nur auf die primitive Gestalt des Krystalls beziehe, von welcher sich aber die secundären Formen durch mannichfaltige Umgestaltungen ableiten lassen. De l'Isle bemühete sich, diese Idee in der Untersuchung einzelner Mineralien durchzuführen; als der Erste versuchte er für verschiedene Mineralien sogar die Größe der Winkel zu bestimmen. Doch wurden seine verdienstvollen Bemühungen wenig anerkannt, theils weil in jener Zeit, wo er arbeitete, die Gelehrten im Allgemeinen nicht zu solchen Untersuchungen hinneigten, theils weil später, als Hauy den krystallographischen Studien mehr Beachtung erwirkte, die Leistungen des Letzteren die seines Vorgängers verdunkelten und das Studium seiner Werke überflüssig machten.

Romé de l'Isle.

---

[1]) Jean Baptiste Louis Romé de l'Isle war geboren zu Grai 1736. Seine erste Ausbildung erhielt er zu Paris; hier schloß er sich einer Expedition nach Ostindien an, wo er bei der Einnahme von Pondichery durch die Engländer gefangen genommen wurde. Als Gefangener kam er nach einander nach Tranquebar, St. Thomas und China; auf diesen Reisen bildete sich sein Sinn für Naturforschung aus. Nach Paris 1764 zurückgekehrt, studirte er Mineralogie unter Sage, der ihm in jeder Beziehung Unterstützung angedeihen ließ. Von Geldmitteln entblößt, fand de l'Isle Aufnahme bei einem reichen Liebhaber der Wissenschaften, d'Ennery. Durch seine Arbeiten inzwischen bekannter geworden, bewarb er sich 1780 um eine Stelle in der Akademie, die er indeß nicht erhielt. 1785 wurde ihm eine Pension von 500 Livres zu Theil, aber bald darauf verlor er seinen Wohlthäter d'Ennery durch den Tod. Zu diesem Unglücke gesellte sich später noch Härteres; er verlor fast ganz sein Gesicht. Ludwig XVI., von seiner traurigen Lage unterrichtet, erhöhete seine Pension. De l'Isle starb 1790.

Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten. Hauy.

Hauy [1]), dessen Einfluß auf die Wissenschaft von 1782 an datirt, hat die Entstehung der verschiedenen Formen eines Körpers und ihre Zurückführung auf Eine Grundgestalt zu einem der wichtigsten Principien in der Mineralogie erhoben. Kein Anderer hat aber auch diese Idee mit so viel Eigenthümlichkeit aufgefaßt, kein Anderer sie mit so viel Ausdauer durchgeführt und mit so viel Erfolg angewandt. Seine Annahme der molécules intégrantes, aus welchen die Körper bestehen sollen und denen er die Primitivform zuschreibt, in Verbindung mit seiner Lehre über die Gesetzmäßigkeiten, nach welchen sich die Größe der Schichten dieser Molecüle ändert, gab zuerst eine deutliche Vorstellung über die Entstehung der verschiedenen secundären Formen. Die Beständigkeit der Winkel an der Gestalt, die sich bei der mechanischen Zertheilung der verschiedensten Formen eines Körpers findet, ließ ihn die Größe dieser Winkel als einen der wichtigsten Charaktere eines Minerals unterscheiden, und ihm überhaupt die Krystallform als das wichtigste Princip bei der Bestimmung der Mineralien erscheinen. Indem jedoch Hauy diese Eigenschaft nicht als die einzig zu beachtende ansah, sondern im Gegentheil der Ansicht war, daß jede wesentliche Verschiedenheit in der Krystallgestalt eine wesentliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung anzeigt, leistete er der mineralogischen Chemie ausgezeichnete Dienste, durch scharfe Bestimmung der eigenthümlichen Mineralien und durch Aufmunterung, die Eigenthümlichkeit derselben auch durch die chemische Analyse zu bestätigen.

[1]) René Just Hauy war 1743 zu Saint-Just im Departement der Oise geboren, wo sein Vater als armer Leinweber lebte. In einem Kloster erzogen, kam er später nach Paris, wo er sich längere Zeit durch Singen als Chorknabe selbst erhalten mußte. Neben seinen geistlichen Studien beschäftigte er sich schon früh mit Naturwissenschaften, anfangs hauptsächlich mit Botanik, später erst mit Mineralogie. Nach seinen Entdeckungen über die Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten wurde er 1783 Mitglied der Akademie. Während der Revolution war er einige Zeit hindurch gefangen, weil er den den Priestern abgeforderten Eid nicht leisten wollte. Unter Napoleon wurde er vielfach ausgezeichnet und 1802 zum Professor der Mineralogie an dem Musée d'histoire naturelle ernannt. Unter der Restauration verlor er seine Stelle und zuletzt sogar seine Pension. Er zog sich in seine Vaterstadt zurück, wo er 1822 starb. Seine ersten Schriften sind in dem Journal de physique, von 1782 an, enthalten; später schrieb er seinen Essai d'une théorie sur la structure des cristaux (1784), seinen Traité de minéralogie (welcher zuerst von 1801 an in 5 Bänden publicirt wurde), sein Tableau comparatif des résultats de la cristallographie et de l'analyse chimique (1809) und seinen Traité de cristallographie (1822) u. a.; auch verfaßte er einen Traité de physique (1804).

Cronstedt's System der Mineralien.

Wir haben im Anfange dieses Abschnitts gesehen, wie unzulänglich die ersten Versuche waren, eine Unterscheidung der Mineralien auf ihre chemische Verschiedenheit zu basiren. Mit besserem Erfolge bemühete sich Cronstedt 1758, eine solche Classification durchzuführen. Er theilte die Mineralien in vier große Klassen: Erdarten, Salze, Harze und Metalle; die Erdarten, zu welchen er auch die Steine rechnete, welche früher als eine eigene Klasse unterschieden worden waren, theilte er weiter ein je nach der verschiedenen Erdart, die sich in ihnen findet, in kalkhaltige, thonhaltige, kieselerdehaltige u. s. w. Mineralien. Für diese Geschlechter von Erdarten bildete er die Unterabtheilungen, je nach der Säure oder dem anderen Bestandtheile überhaupt, der darin mit einer Erde verbunden ist. Allein die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung war damals noch zu unvollkommen, als daß ein solches System sich mit Schärfe hätte durchführen lassen. Auch dienten die chemischen Eigenschaften damals noch nie zur Bestimmung eines Minerals, sondern nur dazu, bereits bekannten Mineralien ihre Stelle in dem Systeme anweisen zu lassen.

Bald nach Cronstedt bemühete man sich um genauere Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Mineralien, und hauptsächlich war es Bergman, dessen Verdienste um die analytische Chemie wir bereits besprochen haben, der hierfür thätig war.

Entwicklung der chemischen Mineralogie.

Der einzige, der vor ihm, gleichzeitig sich mit Chemie und Mineralogie beschäftigend, für die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung Hinlängliches gethan hatte, um hier Erwähnung zu verdienen, war der französische Chemiker Sage[1]), welcher von 1769 an eine Menge Mineralien untersuchte, aber immer nur in Hinsicht auf die qualitative Zusammensetzung und auch diese nur mit großer Unvollkommenheit. In solcher Art waren auch die vielen Analysen Anderer geführt, die in diese Zeit fallen, und deren Besprechung hier füglich übergangen werden kann. Erst Bergman begründete den chemischen Theil der Mineralogie auf eine Weise, die geeignet war, die Vortheile einer solchen Untersuchungsart in klares Licht zu setzen. Vorzüglich für die Analyse der Mineralien war er thätig durch seine Abhandlungen »de docimasia minerarum humida« (1780),

---

[1]) Georg Balthasar Sage war geboren 1740. Viele Analysen von ihm finden sich in den Memoiren der Pariser Akademie, deren Mitglied er vor der französischen Revolution war; außerdem in seinem Examen chymique de différentes substances minérales (1769). Er starb 1824.

Entwicklung der chemischen Mineralogie.

»de terra gemmarum« (1780) und ähnliche Monographien, und »de tubo ferruminatorio ejusdemque usu in explorandis corporibus praesertim mineralibus« (1779). Zugleich vervollkommnete er die quantitative Analyse, wandte sie auf die Mineralien an, zeigte an einzelnen Untersuchungen, z. B. in einer ausgedehnteren über die vulcanischen Producte (1777), von welchem Nutzen die Chemie der Mineralogie als Hülfswissenschaft sein kann, und versuchte in seiner Sciagraphia regni mineralis secundum principia proxima digesti (1782) eine Classification der Mineralien nach rein chemischen Principien durchzuführen.

Bergman's System der Mineralien.

Bergman verwirft hier die Classification der Mineralien nach ihren äußeren Eigenschaften. Generalis contemplatio minime fida pollicetur criteria, ab externa facie desumta. Die Härte und Farbe seien sehr schwankend bei denselben Körpern, die Krystallgestalt zu wechselnd. Nur zur Bestimmung der Varietäten könne man solche Eigenschaften als Anhaltspunkt brauchen, nicht zur Errichtung eines Systems. E compositione et interna indole classes, genera et species determinentur, varietates autem ab externa facie. Seine Eintheilung ist für die Klassen die Avicenna's; es giebt nach ihm vier Klassen von Mineralien, Sales, Terrae (Erdarten und Steine), Bitumina (brennbare Mineralien), Metalla. — Als Genera der Salze führt er an sales neutrales (alkalische Mittelsalze), sales terrestres, sales metallicos. — Die Genera der Erden bilden die Verbindungen der Schwererde, des Kalks, der Magnesia, der Thonerde und Kieselerde; die Species werden für die ersteren gebildet durch Verbindung mit den verschiedenen Säuren, für die Kieselerde durch Verbindung mit den anderen Erden. — Unter die Bitumina werden gerechnet: der Schwefel, das Bergöl, der Diamant. — Dann folgen die einzelnen Metalle.

Bergman war der einzige mineralogische Chemiker, dessen Arbeiten wirklich über die Constitution der Mineralien schon vor Hauy's Zeit Licht verbreiteten. Diejenigen Scheidekünstler, welche in seinem Geiste weiter gingen, und die chemischen Verhältnisse der Mineralien noch umfassender und genauer erkennen lehrten, Klaproth und Vauquelin, waren für die chemischen Untersuchungen zu derselben Zeit thätig, wo Hauy die krystallographischen Verhältnisse zu erforschen suchte; des Letzteren Entdeckungen wurden sogar zum Theil von Hauy selbst herbeigeführt. Klaproth, der in dem Zeitraume von 1780 bis 1815 mehrere hundert verschiedene Mineralien mit einer Genauigkeit, welche die neuere Wissenschaft nur in verhältnißmä-

ßig wenigen Fällen zu vervollkommnen gewußt hat, untersuchte, stand in dieser Beziehung, und was die Auswahl wichtiger Substanzen angeht, selbstständiger da als Vauquelin, der in Hauy eine Stütze für die Wahl der für die Wissenschaft interessanten und Vortheil versprechenden Mineralien hatte.

Hauy's System der Mineralien.

Hauy selbst beförderte die chemische Untersuchung der Mineralkörper, weil er seine auf krystallographische Betrachtungen gegründeten Distinctionen von der chemischen Untersuchung bestätigt sehen wollte, seinem Princip gemäß, daß bei krystallisirten Körpern jede Verschiedenheit der Grundform eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung anzeigt. Wirklich trennte auf diese Art Hauy mit Glück Mineralien als wesentlich verschiedene, die man vorher für identische gehalten hatte, und sagte so das Resultat voraus, was nachher die chemische Zerlegung ergab, nämlich Verschiedenheit der Zusammensetzung. So unterschied z. B. Hauy von dem Schwerspath ein ihm ähnliches Mineral, was auch in chemischer Beziehung dem Anscheine nach damit identisch zu sein schien, aus dem Grunde, weil er constant die Winkel der Grundgestalt um einige Grade verschieden fand, und Vauquelin zeigte, daß die abweichenden Krystalle nicht Baryt, sondern Strontianerde enthalten. So trennte er den Dioptas von dem Smaragd, den Epidot von dem Strahlstein, das Würfelerz vom arseniksauren Kupfer, den Nephelin vom Schörl und Feldspath, so vereinigte er im Gegentheil den Hiacinth und Zirkon, den Beryll und Smaragd, und die chemische Analyse ergab später für die erstern verschiedene, für die letztern gleiche Zusammensetzung.

Die vorhergehende Auseinandersetzung der Ansichten Hauy's läßt bereits die scharfsinnige Begründung des Classificationssystems dieses Mineralogen einsehen. Als unterscheidenden Charakter stellte Hauy die Krystallform voran; ihre Anzeigen fand er in der chemischen Untersuchung bestätigt; die chemische Zusammensetzung läßt sich leicht unter allgemeinere und systematische Uebersicht bringen, und deßhalb wählte Hauy zur Classification der Mineralien eine Ordnung, welche auf die chemische Zusammensetzung basirt ist, wie denn auch in seiner Nomenclatur die Mineralien von einfacherer Zusammensetzung nur durch Angabe ihrer Bestandtheile, nur als chemische Verbindungen bezeichnet sind. Wenn aber auch bei Hauy die Zusammensetzung im Allgemeinen als Argument der Classification genommen sind, so wird doch den äußeren Eigenschaften, namentlich was die Reihenfolge der Unterabtheilungen in dem Systeme angeht, ein gebührender Einfluß gewahrt.

Werner's System der Mineralien.

Wir haben hier die Grundlagen von Hauy's System ausführlicher betrachten müssen, weil die hohe Autorität, in welcher es von seiner Aufstellung an stand, von dem wesentlichsten Einfluß auf die Annahme einer so wichtigen Erweiterung der Chemie, ihrer Anwendung auf die Mineralogie, war. Aus derselben Ursache ist hier ein anderes mineralogisches System hervorzuheben, das von Werner [1]), was der Zeit nach noch vor dem Hauy's aufgestellt wurde, was aber in unserer Betrachtung der verschiedenen Mineralsysteme auch hier noch passend seinen Platz findet. Hauy's classificatorische Principien waren im Zusammenhange mit der Entwicklung der Krystallographie, an der er so großen Antheil genommen, und der mineralogischen Chemie zu erörtern. Werner's Unterscheidung der Mineralien, wie er sie schon 1774 aussprach, war gleichfalls auf diese beiden Grundlagen basirt, aber er hob keine mit der Bestimmtheit hervor, wie dies Hauy gethan hatte; beide waren aber wesentliche Bedingungen des Unterscheidungszeichens, welches Werner als das hauptsächlichste ansah, des allgemeinen Aussehens, des Habitus der Mineralien. Dahin gehörte also vorzüglich neben der Krystallgestalt die Farbe, der Glanz, dann die Härte und das specifische Gewicht. Werner's allgemeine Eintheilung der Fossilien in vier große Klassen, erdige, salzige, brennbare und metallische, entspricht einer chemischen Anordnung, ohne daß er sich jedoch, was die Einschaltung der einzelnen Mineralien in das System betrifft, ganz einem bestimmten chemischen Princip gefügt hätte.

Werner's System war in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts und im Anfange des jetzigen in Deutschland das herrschende, und auch in den anderen Ländern von vielen Mineralogen anerkannt. Wir finden in ihm bei vorzüglicher Berücksichtigung der äußeren Kennzeichen doch

---

[1]) Abraham Gottlob Werner war geboren 1750 zu Wehnau in der Oberlausitz, wo sein Vater Bergbeamter war. Er bezog 1769 die Bergakademie zu Freiberg und 1771 die Universität zu Leipzig. An der ersteren wurde er 1775 Professor der Mineralogie, in welcher Stellung er bis zu seinem Tode 1817 verblieb. Werner unterschied zuerst die Oryktognosie von der Geognosie; die letztere Wissenschaft stellte er zuerst als eine empirische dar, während man vor ihm nur die Geologie, als eine Theorie der Entstehung der Erde überhaupt, gekannt hatte. — Hinsichtlich seines Mineralsystems hat Werner nur wenig selbst publicirt (seine Schrift: »über die äußeren Kennzeichen der Fossilien« erschien 1774); hauptsächlich wurde es verbreitet durch seinen mündlichen Unterricht, zu welchem sich Zuhörer aus allen Ländern Europa's zusammendrängten, und durch Werke seiner Schüler. Nach seinem Tode wurde aus den hinterlassenen Schriften »Werner's letztes Mineralsystem« von seinen Schülern Breithaupt und Köhler herausgegeben.

auch, wenn auch untergeordnete, des chemischen Charakters; es ist hiermit Werner's System eben sowohl ein gemischtes zu nennen, als alle früheren (mit Ausnahme des Linné'schen) und das von Hauy, in welchem wir, neben chemischer Grundlage, doch eine strenge Berücksichtigung der äußeren Eigenschaften, und ganz vorzüglich der Krystallform, sehen. Bald jedoch wurde versucht, entweder das eine oder das andere dieser Principien allein zum Leitfaden der Classification zu gebrauchen, und nach dieser vorgängigen Besprechung der gemischten Systeme können wir zu der Entwicklung der rein chemischen übergehen, welche durch die ersteren vorbereitet waren, mit Berücksichtigung der entgegengesetzten Systeme, weil sie für das Schicksal der rein chemischen viele Wichtigkeit hatten.

Aufstellung rein chemischer Systeme. Berzelius' erstes Mineralsystem.

Den ersten Versuch, ein System der Mineralogie ganz nach chemischen Principien zu errichten, die Mineralien hinsichtlich der Classification nur als chemische Verbindungen zu betrachten, machte Berzelius 1814. Es war hierin vorgearbeitet durch die zahlreichen Mineralanalysen, welche nach Klaproth und Vauquelin von vielen anderen Chemikern ausgeführt worden waren, vor allen durch Berzelius' eigene und vorzüglich genaue Zerlegungen. Hierzu kam die Entdeckung der Zusammensetzung der Alkalien und Erden, dieser wichtigen Bestandtheile der Mineralien, die Entdeckung der Lehre von den bestimmten Proportionen, die Erkenntniß des Elektrochemismus. Berzelius faßte mit seiner Ansicht, daß alle Zusammensetzung auf entgegengesetzten elektrischen Eigenschaften der Körper beruhe, daß sie positiv und negativ elektrische Bestandtheile enthalten, die Entdeckung zusammen, daß die Kieselerde sich gegen die anderen Erden und Alkalien als Säure verhält; er wies nach, daß man die kieselhaltigen Mineralien als Salze, alle als wahre chemische Verbindungen betrachten kann, bei denen die eigentliche Bedingung hierfür, Zusammensetzung in stöchiometrischen Verhältnissen, stattfindet. Berzelius sah hiernach die Mineralien nur als chemische Verbindungen an, deren Zusammenstellung nach chemischen Principien durchzuführen sei, ohne daß dabei die äußeren Charaktere auf irgend eine Weise die Classification bedingen dürfen. Als Hülfsmittel hierzu diente die elektrochemische Reihe, worin jedem Elemente seine Stelle durch seine Eigenschaften, nicht durch die Willkür des Classificators, angewiesen sein soll. In dem von Berzelius 1814 vorgeschlagenen Mineralsysteme waren demnach die Mineralien nur nach ihren chemischen Eigenschaften und zwar nach ihren

Berzelius' erstes Mineralsystem.

elektropositiven Bestandtheilen geordnet, und indem er diese Bestandtheile in der Ordnung aufzählte, wie sie in der elektrochemischen Reihe stehen, schien eine vollkommen folgerechte und nirgends zweifelhafte Classification durchgeführt zu sein.

Während ein solches System den Chemikern vollkommen genügend erschien, zumal da hiernach die Oryktognosie eigentlich nur als ein Theil der Chemie anzusehen war, — hielten viele Mineralogen eine solche Eintheilung nicht für naturgemäß. Sie vermißten in dieser elektrochemischen Classification die Zusammenstellung von Körpern, die ihrem ganzen äußeren Wesen nach sehr verwandt zu sein und deßhalb zusammenzugehören scheinen, die aber in dem neuen Systeme wegen ihres Gehalts an verschiedenen elektropositiven Bestandtheilen nicht zusammengestellt werden konnten. Die Mineralogen wünschten den äußeren Kennzeichen mehr Beachtung geschenkt zu sehen, als dies hier möglich war, wo nur die Zusammensetzung, und weiter nichts, in's Auge gefaßt wurde. Sie fanden in Werner's und namentlich in Hauy's Systeme der Forderung der Chemiker, ganz heterogen zusammengesetzte Körper nicht als als mineralogisch zusammengehörende hinzustellen, Genüge gethan, und zwar ohne daß dabei die Beachtung der äußeren Eigenschaften weniger berücksichtigt worden wäre. In Deutschland wurde das Berzelius'sche System, gleich nach seiner Veröffentlichung 1814, von Hausmann für unzulässig aus dem mineralogischen Gesichtspunkt erklärt, aber hier sowohl als auch in den anderen Ländern übte doch Berzelius' Ansicht Einfluß aus, auch auf die gemischten Systeme, und Hauy selbst, wie die Vertreter des Werner'schen Systems, modificirten danach einzelne Theile ihrer Classification, ohne jedoch die ganz chemische Grundlage von Berzelius' Anordnung als naturgemäß anzuerkennen.

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

Inzwischen wurde von Mitscherlich 1819 die Entdeckung des Isomorphismus gemacht, welche eben sowohl für Hauy's System, als für die Classification von Berzelius von großer Wichtigkeit wurde, insofern sie eins der hauptsächlichsten Principien des ersteren widerlegte, und eine gänzliche Umgestaltung des letzteren nöthig machte. Ich werde auf die Entdeckung des Isomorphismus noch einmal speciell znrückkommen; hier will ich indeß dasjenige von der Geschichte dieser Entdeckung beibringen, was für die mineralogische Chemie besondere Wichtigkeit hatte.

Hauy's Princip, daß ungleiche Krystallgestalt mit ungleicher chemischer Zusammensetzung streng verknüpft sei, hatte ihn zu Folgerungen über die chemische Constitution von Mineralien geführt, welche die Erfahrung

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

bestätigte. Hiernach glaubte Hauy es als durchaus bewiesen ansehen zu können, daß gleiche Krystallform (die nicht dem regulären System angehört) nur bei gleicher Zusammensetzung statthaben könne; daß ungleiche Zusammensetzung aber stets durch Verschiedenheit in der Krystallgestalt angedeutet sein müsse.

Es lagen inzwischen schon frühere Beobachtungen an Mineralien vor, wo für dieselben Species, bei unveränderter Krystallgestalt, sehr verschiedene Zusammensetzung gefunden worden war. So z. B. war für das Rothgültigerz (vergl. da) von einigen Beobachtern Arsenik als wesentlicher Bestandtheil gefunden, von anderen Antimon; für den Granat war um 1790 von Klaproth und Vauquelin die Zusammensetzung sehr verschieden angegeben worden, der Eine fand darin viel Eisenoxyd und wenig Thonerde, der Andere umgekehrt. Ebenso hatte die Analyse für mehrere Mineralien von der Form des Kalkspaths, und welche Hauy diesem anreihete, sehr verschiedene Zusammensetzungen ergeben: Eisen, Mangan und Bittererde waren in sehr wechselnden Mengen darin gefunden worden. Hier schien für gleiche Krystallform ungleiche Zusammensetzung nachgewiesen zu sein; Berthollet betrachtete 1801 diese Fälle als Beweise dafür, daß die chemischen Verbindungen in unbestimmten, allmälig sich ändernden Proportionen stattfinden; Proust betrachtete sie als keine eigenthümliche Verbindungen, sondern als Mischungen mehrerer. Der Arragonit und der Kalkspath schienen gleichfalls, aber in anderer Art, ein Beweis dagegen zu sein, daß gleiche Krystallform und gleiche Zusammensetzung sich wechselseitig bedingen, ebenso der Rutil und der Anatas (doch finden die Untersuchungen hierüber besser ihren Platz bei der Geschichte des Dimorphismus); denn für diese Substanzen war bei verschiedener Krystallform vollkommen gleiche Zusammensetzung gefunden worden. Hauy betrachtete diese Fälle, welche mit seinem Princip im Widerspruch zu stehen schienen, als auf der Unvollkommenheit der chemischen Analyse beruhend, und hoffte, daß bei weiterem Vorschreiten derselben sich diese Widersprüche lösen würden; später suchte er mehrere durch die Annahme einer großen Krystallisationskraft für einzelne Substanzen (vergl. unten bei Isomorphismus) zu erklären. Aber die rechte Erklärung der Fälle der ersten Art wurde erst von Mitscherlich durch die Entdeckung des Isomorphismus gegeben.

Eine Betrachtungsweise, welche weiter ausgeführt auf die Entdeckung des Isomorphismus hätte hinführen können, äußerte Fuchs[1]) bereits 1815.

---

[1]) Johann Nepomuk Fuchs ist 1777 zu Mattenzell bei Bremberg in Baiern

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

Ob sie gleich mit der Entdeckung des Isomorphismus, die später erst genauer zu erzählen ist, in Verbindung steht, schalte ich sie doch hier ein, weil sie zunächst in die mineralogische Chemie gehört. Bei Gelegenheit der Analyse eines von ihm Gehlenit genannten Minerals, als dessen Bestandtheile er Kieselerde, Thonerde, Kalk, Eisenoxyd und Wasser bestimmte, fand Fuchs, daß sich aus seiner Analyse gut eine chemische Formel ableiten lasse, wenn man das Eisenoxyd und den Kalk zusammenfasse, ihren gemeinschaftlichen Sauerstoffgehalt mit dem der übrigen Bestandtheile vergleiche. Er sagte hier: »Ich halte das Eisenoxyd nicht für einen wesentlichen Bestandtheil dieser Gattung, sondern bloß für einen vicariirenden Bestandtheil, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, für einen Stellvertreter von fast eben so viel Kalk, welcher bei der Abwesenheit des Eisenoxyds zur Ergänzung noch vorhanden sein müßte, um mit den anderen Bestandtheilen in das gehörige Verhältniß zu treten, und ich glaube, daß sich in der Folge Varietäten finden werden, die viel weniger oder gar kein Eisenoxyd, dagegen aber größere Quantitäten von Kalk enthalten werden. — — Aus diesem Gesichtspunkte wird man die Resultate mehrerer Analysen von Mineralkörpern betrachten müssen, wenn man sie einerseits mit der chemischen Proportionslehre in Uebereinstimmung bringen, andererseits verhindern will, daß die Gattungen nicht unnöthiger Weise zu sehr zersplittert werden, was, wenn man immer in kleinen Mischungsverschiedenheiten schon einen hinreichenden Grund zur Trennung finden wollte, am Ende so weit gehen würde, daß man bei manchen nicht mehr im Stande wäre, einen bestimmten Gattungscharakter zu fassen.« Fuchs machte sodann noch darauf aufmerksam, daß Ammoniak so gut wie Kali in die Verbindung des Alauns eingehen kann, und sagte: »das Ammonium kann hier die Stelle des Kalis ganz oder zum Theil vertreten, und umgekehrt.«

Es ist nicht zu leugnen, daß Fuchs' Ansicht im Allgemeinen die Lehre von den stellvertretenden Bestandtheilen recht klar andeutet, aber die

---

geboren. Er studirte anfangs Medicin, später ausschließlich Chemie und Mineralogie in Wien, Freiberg, Berlin und Paris. 1805 habilitirte er sich als Privatdocent für diese Wissenschaften an der Universität zu Landshut, wo er 1807 zum ordentlichen Professor ernannt wurde. 1823 trat er nach München in die Akademie der Wissenschaften ein; seine frühere Professur übernahm er wieder, als 1826 die Landshuter Universität nach München verlegt wurde; 1835 wurde er zum Oberberg- und Salinenrath ernannt.

Lehre vom Isomorphismus wurde dadurch nicht in's Leben gerufen. Um Bestandtheile als isomorph zu erkennen, gehört wesentlich die Erkennung ihrer gleichartigen atomistischen Zusammensetzung, und Fuchs nahm gerade an, ungleich constituirte Oxyde, wie Kalk und Eisenoxyd, könnten sich vertreten. Und überdies war der Nachweis an Einem Beispiele nicht genügend, für einen so wichtigen Gegenstand volle Beweiskraft zu haben. Die Lehre von den vicariirenden Bestandtheilen ging deßhalb auch nicht in die Wissenschaft über; 1824 suchte Fuchs in einer Vorlesung »über den gegenseitigen Einfluß der Chemie und Mineralogie« nochmals die Aufmerksamkeit auf diese Lehre zu richten, aber zu dieser Zeit hatte bereits Mitscherlich seine weit umfassendere Entdeckung des Isomorphismus publicirt.

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

Mitscherlich zeigte 1820, daß viele Körper von analoger Atomconstitution gleiche oder ähnliche Krystallform haben, daß solche Körper, isomorphe, sich in Verbindungen ganz oder theilweise vertreten und sich in unbestimmten Proportionen mit einander verbinden können, ohne daß Aenderung der Krystallgestalt eintritt. Es war somit das Princip, welches Hauy als das hauptsächlichste zur Unterscheidung der Mineralien geltend zu machen gesucht hatte, gestürzt, und die Folgen davon zeigten sich sogleich für die Mineralogie. In dieser Wissenschaft wurden sogleich nach der Entdeckung des Isomorphismus zahlreiche Belege für die Existenz desselben gefunden, indem für mehrere Mineralspecies die Möglichkeit einer sehr wechselnden Zusammensetzung nachgewiesen wurde, ohne daß damit der Charakter der Species sich wesentlich ändert; die wechselnde Zusammensetzung beruhete nämlich auf verschiedenem Gehalt an isomorphen Bestandtheilen. In Berzelius' Laboratorium namentlich wurden in Bezug hierauf Untersuchungen angestellt, welche die Wichtigkeit der Lehre von dem Isomorphismus für die mineralogische Chemie außer allen Zweifel setzten. Gleich 1820 untersuchten hier Nordenskiöld, Graf Trolle-Wachtmeister und haupsächlich H. Rose verschiedene Arten von Pyroxen und fanden, daß sich hierin Kalk, Bittererde, Eisenoxydul und Manganoxydul, die Mitscherlich schon als isomorphe Körper erkannt hatte, in den wechselndsten Verhältnissen vertreten können. Dasselbe fand Bonsdorff für die Mineralien, welche von Hauy als Amphibol zusammengefaßt worden waren, und bald darauf (1822) zeigte Bredberg für einzelne Granaten und 1823 Graf Trolle-Wachtmeister für eine noch größere Anzahl, daß darin sich Kalk gegen Bittererde oder Eisenoxydul oder Manganoxydul und Eisenoxyd gegen Thon-

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

erde in allen möglichen Verhältnissen austauschen kann, ohne daß der äußere Charakter des Minerals durch diesen Austausch isomorpher Bestandtheile an seiner Eigenthümlichkeit verliert; und so wurden bald noch viele einzelne Fälle bekannt, welche die Richtigkeit des Isomorphismus außer allen Zweifel setzten.

Hauy und seine Anhänger suchten anfangs das Gegründetsein der Lehre vom Isomorphismus ganz oder theilweise in Zweifel zu ziehen. Gleich im Jahre 1820 bestritt Hauy die Richtigkeit mehrerer einzelnen Beobachtungen von Mitscherlich, und suchte dadurch die Ansicht des Letzteren zu widerlegen; nach Beseitigung dieser Einwürfe nahm er seine Zuflucht zu der Möglichkeit, daß die an künstlich dargestellten Krystallen erlangten Resultate nicht anwendbar seien auf die Betrachtung der von der Natur hervorgebrachten Mineralien. Beudant bestritt gleichfalls 1820 die Richtigkeit einzelner Beobachtungen Mitscherlich's, bestätigte indeß doch die meisten derselben; sein Zeugniß war deßhalb nicht ohne Wichtigkeit, weil er zugleich erklärte, daß die an künstlichen Verbindungen gewonnenen Resultate auch auf die natürlich vorkommenden angewandt werden dürften und müßten, weil man gerade an den ersteren, die sich nach Willkür darstellen lassen, die Beobachtungen vervielfältigen kann. Beudant erkannte an, daß die Krystallform allein als Kennzeichen der Identität oder Verschiedenheit nicht mehr ausreicht, sondern daß die chemische Zusammensetzung die Bestimmung vervollständigen müsse.

Die Entdeckung des Isomorphismus war von großem Einflusse auf das rein chemische System, wie es Berzelius für das Mineralreich aufgestellt hatte. Der Isomorphismus so vieler Basen, die sich ganz oder theilweise vertreten können, ohne daß der Charakter des Minerals dadurch geändert wird, machte die von ihm 1814 vorgeschlagene Classification unzulässig, da in ihr die Mineralien nach ihren elektropositiven Bestandtheilen, nach den Basen, geordnet waren. Berzelius änderte daher 1824 sein chemisches Mineralsystem dahin ab, daß er nunmehr die Mineralien nach ihrem elektronegativen Elemente ordnete, weil für das letztere Substitution durch isomorphe Substanzen sich seltener zeigt. Dieses System hatte vor dem früheren noch außerdem den Vorzug, daß sich nach ihm die Mineralien auch mehr in Gruppen zertheilten, bei denen auch die äußeren Kennzeichen Aehnlichkeit zeigen, aber dennoch trugen noch viele Mineralogen Bedenken es anzunehmen, weil es ihnen unmöglich schien, sich bei einer selbstständig mineralogischen

Berzelius' zweites Mineralsystem.

Betrachtung der Fossilien von der Beachtung der äußeren Eigenschaften im Princip ganz loszusagen.

Die äußeren Eigenschaften hatten auch inzwischen weit mehr Bedeutung erlangt, sie waren namentlich mit viel mehr Schärfe bestimmt, als dies früher der Fall war, wo ihre Kenntniß sich oft auf eine oberflächliche Anschauung, manchmal auf instinktmäßige Erkennung des allgemeinen Habitus, beschränkte. Die Krystallographie namentlich hatte durch Weiß[1]) und Mohs[2])

Aufstellung des rein naturhistorischen Systems.

---

[1]) Christian Samuel Weiß, geboren 1780, bildete sich besonders in Freiberg unter Werner für Mineralogie aus. Er habilitirte sich in Leipzig 1803; bekannt wurde er bald durch die Theilnahme an der Uebersetzung von Hauy's Mineralogie, welche Karsten (von 1804 an) herausgab, und seine Zusätze zu diesem Werk. 1809 publicirte er seine Dissertatio de indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali. Später wurde er Professor der Mineralogie an der Berliner Universität; in den Denkschriften der dortigen Akademie finden sich seine seitdem erschienenen Abhandlungen.

[2]) Friedrich Mohs war 1773 zu Gernrode am Harz, in Anhalt-Bernburg, geboren. Zum Handelsstande bestimmt, entsagte er diesem aus Liebe zu den Wissenschaften; er studirte von 1796 an zu Göttingen Mathematik und Naturwissenschaften und später unter Werner in Freiberg Mineralogie; hier bildete er sich auch im praktischen Bergwesen aus. 1801 erhielt er eine Anstellung als Steiger zu Neudorf in seinem Vaterlande, kehrte indeß schon 1802 wieder nach Freiberg zurück. In diesem Jahre noch erhielt er eine Einladung von dem Banquier van der Null in Wien, einen beschreibenden Katalog des Mineraliencabinets des letztern zu entwerfen; es wurde dieser 1804 im Druck bekannt gemacht. Um seine, damals schwankende, Gesundheit wieder herzustellen, machte er eine größere Reise durch die mineralogisch merkwürdigen Länder Deutschlands, und besuchte dann, 1804, die Bergakademie zu Schemnitz. Später hielt er sich einige Zeit in Kärnthen auf, und bereiste Ungarn und Siebenbürgen, Böhmen und Steiermark, bis er 1812 als Professor der Mineralogie am Johanneum zu Grätz angestellt wurde. — 1818 wurde er an Werner's Stelle nach Freiberg berufen, wo er bis 1826 blieb. In diesem Jahre erhielt er die Professur der Mineralogie an der Wiener Universität; 1835 trat er als Bergrath der Leitung des österreichischen Bergbaues zu. Er starb 1839, auf einer wissenschaftlichen Reise begriffen, zu Agordo im Venetianischen. Von seinen Schriften heben wir hervor: »Versuch einer Elementarmethode zur naturhistorischen Bestimmung und Erkennung der Fossilien« (1812); »die Charaktere der Klassen, Ordnungen, Geschlechter und Arten, oder die Charakteristik des naturhistorischen Mineralsystems« (1820, 2. Auflage 1821); »Grundriß der Mineralogie« (1822 und 24); »Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs« (1832, 2. Auflage 1836). Nach seinem Tode erst (1842) wurden »leichtfaßliche Begriffe der Mineralogie und Geognosie« herausgegeben.

Aufstellung des rein naturhistorischen Systems.

wichtige Erweiterungen erfahren; durch Ersteren war die Betrachtung der Axen der Krystalle zuerst in ihrer ganzen Wichtigkeit erkannt und nachgewiesen worden, und die Aufstellung von bestimmten Krystallsystemen ward dadurch möglich, zu welcher auch Mohs, von der Betrachtung der einfachen Formen ausgehend, gelangt war. Vereinfacht wurde das Studium der Krystallographie durch die Entdeckung, daß nur Gestalten desselben Systems mit einander in Combination treten können, und durch den Nachweis, daß combinationsfähige Gestalten bestimmte und einfachen Gesetzen folgende Krystallreihen bilden; die Bezeichnung der verschiedenen Krystallformen wurde erleichtert, die Größenverhältnisse derselben nach Wollaston's Entdeckung des Reflexionsgoniometers genauer ermittelt. Auch die anderen äußeren Eigenschaften der Mineralien wurden sorgfältiger bestimmt, und auf ihre genaue Kenntniß gründete Mohs, der sie alle mit seltener Ausdauer studirte, sein rein naturhistorisches Mineralsystem. Mohs betrachtete die chemischen Eigenschaften eines Minerals, wie Berzelius die naturhistorischen (äußerlichen) ansah. Jeder fand in den von ihm hervorgehobenen Eigenschaften das wahre und einzige Argument, die Mineralien wissenschaftlich zu ordnen; jeder erkannte auch die anderen Eigenschaften als bemerkenswerth an, und gab zu, daß sie zu wissen für eine vollständige Kenntniß einer Substanz nöthig sei. Jeder nützte der Mineralogie in hohem Grade; indem jeder sich Eines Hülfsmittels zur Classification beraubte, mußte jeder das andere um so vollständiger kennen zu lernen streben. Indem Berzelius die Kenntniß der äußeren Eigenschaften für unwesentlich zur Classification der Mineralien ansah, brachte er die Kenntniß ihrer chemischen Zusammensetzung auf einen hohen Grad der Vollkommenheit; indem Mohs auf die äußeren Kennzeichen (d. h. diejenigen, welche sich, ohne das Mineral in seiner Eigenthümlichkeit zu verändern, bestimmen lassen) das alleinige Unterscheidungs- und Systematisirungsprincip gründete, mußte er diese schärfer bestimmen, als dies früher je versucht worden war. Mohs hat hierfür geleistet, was Einem Menschen zu leisten möglich ist; er hat in der Aufstellung seines nur auf die äußeren Eigenschaften gegründeten Mineralsystems einen Beweis davon gegeben, in welcher Ausdehnung und mit welcher Genauigkeit er alle krystallographischen und physikalischen Eigenschaften erforscht hatte. Dies Verdienst bleibt ihm für immer und muß mit Hochachtung anerkannt werden, mag man nun seine classificatorischen Ansichten theilen oder nicht. Und an den Chemikern ist es, dies anzuerkennen, gerade wegen der Wichtigkeit der chemischen Zu-

Mohs' System der Mineralien.

sammensetzung für die Erkenntniß der Mineralien, sofern es von der Zukunft erwartet werden kann, daß ein Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und allen, namentlich den äußeren Kennzeichen nachgewiesen wird, und für die Kenntniß der letzteren Wenige so reiches und zuverlässiges Material zusammengeschafft und geordnet haben, als Mohs. Und wenn auch dieser Zusammenhang in seiner ganzen Ausdehnung vielleicht erst spät erkannt wird, so ist doch jetzt gewiß schon die Ueberzeugung überall durchgedrungen, daß die alleinige Kenntniß der Zusammensetzung für die Mineralogie nicht genügt, so wenig, wie für irgend eine andere chemische Verbindung. Was das System von Mohs selbst angeht, so hat es das Schicksal aller einseitigen Systeme, deren Aufstellung nothwendig ist, um in gewissen Richtungen Licht zu verbreiten, die aber dann Verschmelzungen mit anderen erleiden müssen, weil sie sie selbst vorbereitet haben. Gewiß ist indeß, daß Mohs in der vollkommensten Ueberzeugung von der Naturgemäßheit seiner Ansichten der verbreiteten Annahme seines Systems mehr geschadet als genützt hat durch eine am Kleinsten festhaltende Consequenz, welche, allmälige Einführung verschmähend, plötzliche Reform, die er für nöthig hielt, sich zum Zwecke setzte, eine Consequenz, die sich nicht nur in seiner Classification, sondern auch hauptsächlich in seiner Nomenclatur aussprach. Die letztere, verbunden damit, daß Mohs von einem Mineralogen Vieles verlangte, was er zum wissenschaftlichen Studium der Mineralogie für nothwendig hielt, wo aber die Resultate Anderen durch Zuhülfeziehung anderer Mittel leichter erreichbar schienen, — hat besonders der Verbreitung seiner Ansichten sich in den Weg gestellt. Die Wissenschaft zog daraus den Vortheil, daß ein offenes Feld den Versuchen blieb, in Einem Systeme Beachtung der chemischen Zusammensetzung und zugleich der äußeren Eigenthümlichkeit der Mineralien zusammenzufassen. Mohs' System der Mineralien.

Diese Systeme, in welchen die chemische Zusammensetzung als Ursache der äußeren Eigenschaften angesehen wird, scheinen am besten die bisher entwickelten, sich oft so schroff einander gegenüberstehenden, Ansichten zu vermitteln. Wir nennen von ihnen hier nur einige. Beudant versuchte ein solches 1824, indem er von der Betrachtung ausging, daß der negative Bestandtheil auf den Charakter einer Verbindung, namentlich auf ihren äußeren Habitus, einen stärkeren Einfluß ausübt, als der positive, und daß sich hierauf eine Classification gründen läßt, welche die chemisch analog zu- Gemischte Systeme. Beudant's System.

sammengesetzten Körper auch zugleich als äußerlich analoge zusammenstellt. — In demselben Sinne suchte L. Gmelin [1]) 1825 eine Ausgleichung zu

Gmelin's System.

---

[1]) Wenige Familien haben den Sinn für Naturforschung, und namentlich für Chemie, in gleichem Grade erblich bewahrt und sich in einer Reihe von Generationen darin so ausgezeichnet, wie die Gmelin'sche. In Beziehung zur Chemie ist zuerst zu nennen Johann Georg Gmelin der ältere, geboren 1674, gestorben als Apotheker zu Tübingen 1728; ein tüchtiger Chemiker, der sich unter Urban Hiärne in Stockholm ausgebildet hatte, aber nichts Literarisches publicirte; nur ein Aufsatz über die Bereitung des essigsauren Quecksilbers (Sperma mercurii), den er hinterlassen hatte, wurde von seinem gleichnamigen Sohne später veröffentlicht. Seine drei Söhne waren für die Chemie thätig. Johann Conrad Gmelin, geboren 1707, war Arzt und Apotheker zu Tübingen; verschiedene Aufsätze von ihm, die vorzüglich auf Verbesserungen in der Bereitung einzelner Arzneimittel gehen, enthält das Commercium litterarium ad rei medicae et scientiae naturalis incrementum institutum, eine in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts erschienene Zeitschrift. Johann Georg Gmelin der jüngere, geboren 1709, nahm 1727 eine Anstellung in Petersburg an und machte sich vorzüglich berühmt durch seine Reisen in Sibirien (1738 bis 1745); chemische Bemerkungen legte er nieder in der Beschreibung dieser Reise, mehreren Aufsätzen in den Schriften der Petersburger Akademie und der Gesellschaft deutscher Naturforscher und später in Dissertationen. Er starb als Professor der Chemie und Botanik zu Tübingen 1755. Der dritte Bruder, Philipp Friedrich Gmelin, geboren 1722, folgte dem Vorhergehenden in seinen Professuren zu Tübingen; er starb 1768. — Ein Enkel von Johann Conrad Gmelin ist Christian Gottlob Gmelin, geboren 1792, ein Schüler Berzelius', Professor der Chemie und Pharmacie zu Tübingen. Von seinen chemischen Schriften nennen wir hier vorzüglich seine »Einleitung in die Chemie« (1833 bis 1837). — Ein Sohn von Philipp Friedrich Gmelin war Johann Friedrich Gmelin, geboren 1748, Professor der Chemie in Göttingen, gestorben daselbst 1804. Er hat sich um die Chemie als Wissenschaft nnd in jeder Anwendung derselben höchst verdient gemacht; viele seiner Arbeiten stehen in den Commentationen der Göttinger Societät; von seinen anderen Schriften erwähne ich hier, mit Uebergehung der kleineren: »Einleitung in die Chemie« (1780), »Grundriß der allgemeinen Chemie« (1789), »Einleitung in die Pharmacie« (1781), »Grundriß der Pharmacie« (1792), »Grundsätze der technischen Chemie« (1786, 2. Auflage 1795), »Chemische Grundsätze der Gewerbkunde« (1795), »Chemische Grundsätze der Probir- und Schmelzkunst« (1786). Seine »Geschichte der Chemie« ist ein Beweis seines Fleißes und seiner Gelehrsamkeit, dem die jetzige Literatur nichts Aehnliches an die Seite zu setzen hat, und durch welche alle späteren Darstellungen dieses Gegenstandes ungemein erleichtert wurden. — Ein Sohn dieses ist Leopold Gmelin, geboren zu Göttingen 1788. Er studirte zu Göttingen und Tübingen; an der erstern Universität promovirte er als Doktor der Medicin 1809. Nach wiederholtem Aufenthalt in Tübingen, bis 1811, bereis'te er Oestreich und Italien. 1813 wurde er

bewirken, indem er gleichfalls in jeder Verbindung einen der näheren Bestandtheile als mehr formenden, den anderen als mehr geformten Stoff ansah, indem der erstere dem letzteren bestimmte, physikalische sowohl als chemische, Charaktere aufdrücke. Die nichtmetallischen Substanzen betrachtete er im Allgemeinen als formende, die metallischen als geformte Stoffe. Da nun die Reihenfolge der Elemente, was die Intensität ihrer formenden Kraft betrifft, nach Gmelin ungefähr die elektrische von dem elektronegativsten Elemente nach dem elektropositivsten hin ist (als die am meisten formende Substanz betrachtete er den Sauerstoff), so schien hier mit Recht ein Zusammenfallen der chemischen Classification mit der nach den äußeren Merkmalen und damit die Naturgemäßheit des Systems dargethan zu sein. Auch wurde diesem Systeme verdiente Anerkennung zu Theil, und in der von Gmelin eingeschlagenen Bahn ging Naumann[1]) weiter und suchte mit noch mehr Erfolg ein Classificationssystem durchzuführen, welches die Mineralkörper gleichzeitig nach der Analogie ihrer chemischen Zusammensetzung und nach der Uebereinstimmung ihrer äußeren Eigenschaften ordne.

Gmelin's System.

Naumann's System.

Wir wollen die Resultate des Zusammenwirkens der Chemie und der Mineralogie, die Betrachtung des Einflusses, welchen beide Wissenschaften auf einander ausübten, nicht weiter verfolgen. Ebenso wenig ist hier eine vollständigere Aufzählung der Chemiker zu geben, welche sich in diesem Jahrhundert besonders durch die Ausführung von Mineralanalysen verdient

---

Assistent bei Stromeyer in Göttingen; noch in demselben Jahre habilitirte er sich zu Heidelberg als Docent der Chemie; hier wurde er 1814 zum außerordentlichen Professor ernannt. Den Winter 1814 auf 1815 brachte er zu Paris zu, wo er in Vauquelin's Laboratorium thätig war. Nach Klaproth's Tod an dessen Stelle berufen, schlug er sie aus, und verblieb zu Heidelberg als ordentlicher Professor der Medicin und Chemie. Sein »Versuch eines neuen chemischen Mineralsystems« erschien 1825; sein »Handbuch der Chemie« zuerst 1817, jetzt in 4. Auflage seit 1843; ein »Lehrbuch der Chemie« 1844. Mit Tiedemann gemeinschaftlich veröffentlichte er 1820 »Versuche über die Wege, auf welchem Substanzen aus dem Magen in den Darmkanal gelangen,« 1826 u. 27: »die Verdauung nach Versuchen«.

[1]) Carl Friedrich Naumann ist geboren zu Dresden 1798; er studirte zu Leipzig und zu Freiberg unter Mohs, dessen Nachfolger er daselbst wurde. Von seinen Schriften nennen wir hier: »Versuch einer Gesteinslehre« (1824), »Lehrbuch der Mineralogie« (1828), »Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie« (1836), »Anfangsgründe der Krystallographie« (1841).

gemacht und ausgezeichnet haben. Aus dem Vorhergehenden läßt sich erkennen, wie die Chemie und die Mineralogie in ihre heutige Stellung zu einander getreten sind, inwiefern der Einfluß der Chemie zur Annäherung an ein vollkommenes Classificationssystem in der Mineralogie beigetragen hat. Haben gleich die bisherigen Versuche noch nicht in jeder Beziehung dem Zwecke entsprochen, so geben sie doch wenigstens gegründete Hoffnung, daß wir dem Ziele einer genügenden Classification nahe stehen, und als diese muß ein System betrachtet werden, welches ungeändert sowohl als ein rein chemisches wie auch als ein rein naturhistorisches aufgefaßt werden kann, welches beiderlei Gesichtspunkten vollkommen entspricht. Ein solches System kann dann aufgestellt werden, wenn für chemische Verbindungen der bedingende Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften vollständiger erkannt ist.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie.

Von den ältesten Zeiten an stehen die Pharmacie und die Chemie in Zusammenhang; in der Ausübung der ersteren wurden schon früh Kenntnisse für die letztere gewonnen, und immer folgereicher wurde mit der Zeit die Verknüpfung zwischen beiden. Den Fortschritten der reinen Chemie verdankt die Pharmacie die wesentlichste Grundlage ihres heutigen Wissens, und umgekehrt findet die Chemie bei den Vertretern der Pharmacie vorzugsweise Beachtung und Pflege. Für die neueste Zeit, wo sich die pharmaceutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen Chemie ganz verschmolzen hat, ist hier keine abgesonderte Besprechung der ersteren nöthig; wohl aber wollen wir die Entwicklung der Pharmacie für diejenigen Zeiten etwas genauer betrachten, wo ihre Ausübung noch nicht den Besitz chemischer Kenntnisse in sich schloß; und wir haben anzugeben, unter welchen Umständen später das für die Verbreitung und die Entwicklung unserer Wissenschaft so wichtige Resultat hervorging, daß die Zahl der an derselben Antheil Nehmenden durch die Basirung der Pharmacie auf die Chemie einen so mächtigen Zuwachs erfuhr. Wir wollen hier betrachten, wie sich die Pharmacie bei den Alten als eine besondere Beschäftigung entwickelte, wie die Bereitung chemischer Präparate in ihr sich einführte, und wie, seit dem Zeitalter der phlogistischen Theorie, die pharmaceutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen immer mehr in Eins zusammentritt. Einleitung.

Zustand der Pharmacie bei den Alten.

Entstehung der Pharmacie.

Wenig sichere Nachrichten sind uns über den Ursprung und die erste Entwicklung der pharmaceutischen Kenntnisse zugekommen. Die Bereitung der Arzneimittel lag zuerst den Aerzten selbst ob; bei den Griechen und bei den Aegyptern scheint am frühesten eine arzneiliche Anwendung chemischer Präparate stattgefunden zu haben. Es beschränkte sich diese auf ihren Gebrauch zu äußerlichen Mitteln; frühe schon waren, nach dem Zeugnisse der späteren Römer, bei den ägyptischen Aerzten Natron, Alaun, Grünspan und Bleiweiß zur Anfertigung von Salben und Pflastern angewandt. Bei den Griechen scheint etwa im vierten Jahrhundert v. Chr. die Bereitung der Arzneien, die Pharmacie, von der Bestimmung der anzuwendenden Arzneien, der Medicin, getrennt worden zu sein; chemische Präparate waren zu jener Zeit nicht oder nur sehr wenig in dem Arzneischatze inbegriffen; die Zubereitung von Pflanzensäften machte die vorzüglichste Beschäftigung der damaligen Pharmaceuten aus, die deßhalb auch *ῥιζοτόμοι* (Wurzelausschneider oder Wurzelsammler) hießen. Ein solcher Rhizotome wurde auch wohl *φαρμακοπώλης* (Arzneiverkäufer) genannt; so nennt Epicur (um 320 v. Chr.) den Aristoteles einen Pharmacopoles, weil dieser sich in seiner Jugend mit dem Aufsuchen und Verkaufen von Arzneipflanzen beschäftigt hatte.

Erste Schriften über Arzneibereitung.

Bald auch wurden Schriften abgefaßt über die Zubereitung der Arzneimittel, von welchen indeß keine nähere Kenntniß zu uns gekommen ist: Herophilos schrieb um 200 v. Chr. über diesen Gegenstand, ebenso sein Schüler Heraclides von Tarent. Heras aus Cappadocien hinterließ gleichfalls ein Werk über diesen Gegenstand, unter dem Titel *νάρϑηξ* (die Salbenbüchse). Keins dieser Werke ist bis auf unsere Zeit gekommen.

Als denjenigen Theil der hierhergehörigen Kenntnisse, welcher zu jener Zeit am eifrigsten betrieben wurde, kann man wohl die Untersuchung der Gifte betrachten. Attalus Philometor, der letzte pergamenische König

(regierte 138 bis 133 v. Chr.) beschäftigte sich viel mit Giften und Gegengiften, und gab zur Ausbildung dieses Zweiges der Wissenschaft vielfachen Anstoß. Bald nach ihm wandte der pontische König Mithridates Eupator demselben Gegenstande besondere Aufmerksamkeit zu (nach ihm ist das allgemeine Gegengift, der Mithridat, benannt, in dessen Zubereitung ursprünglich 54 verschiedene Substanzen eingingen; die Vorschrift dafür in den späteren Dispensatorien ist nicht die ursprüngliche, sondern rührt von Damocrates, einem Leibarzte Nero's, her).

Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch.

Die genauesten Nachrichten über die pharmaceutisch-chemischen Kenntnisse der Alten haben wir für die Zeit um die Mitte des ersten Jahrhunderts n. Chr. Dioscorides' und Plinius' Werke, namentlich die Schrift des Ersteren, welche über den Arzneischatz ausschließlich handelt (vergl. I. Theil, Seite 33), bieten dafür zahlreiche Anhaltspunkte. Innerlich wurden von chemischen Verbindungen damals nur wenige angewandt, so das Chalcanthum (wahrscheinlich ein gleichzeitig Kupfer und Eisen enthaltender Vitriol) und der Eisenrost; hauptsächlich aber wurden vegetabilische Substanzen zur Zubereitung der Arzneien genommen, so Zucker, das Ricinusöl, viele Pflanzensäfte u. a. Mehr chemische Präparate wurden zum äußerlichen Heilgebrauche verwandt; so das Zinkoxyd, die Bleiglätte, Arsenikpräparate, deren reizende und haarvertilgende Wirkung bekannt war, natürliches Schwefelantimon, Schwefelquecksilber und einige andere Schwefelpräparate, kohlensaures Alkali, das Salz, welches sie Alumen nannten, u. a.

Aus jenen Zeiten sind die ersten genaueren Vorschriften über Arzneibereitung, welche die zu nehmenden Mengen der Bestandtheile berücksichtigen, auf uns gekommen. So findet man bei Plinius die zur Verfertigung des gewöhnlichsten Pflasters anzuwendenden Gewichtsmengen Bleiglätte und Wachs und die hinzuzufügende Menge Oel in Maßen angegeben; so bei demselben die Bereitung des Oxymels aus fünf Theilen Wasser, zehn Theilen Honig und einem Theile Salz, und zugleich, um wieviel solche Mischungen abgedampft werden sollen.

Entstehung der Apotheken.

Plinius machte den Aerzten seiner Zeit Vorwürfe, daß sie ihre Arzneien nicht mehr selbst bereiteten, sondern sie von den Seplasiariis kauften. Die Seplasiae waren weniger Apotheken in dem heutigen Sinne des Worts, als Anstalten, wo pharmaceutische Präparate gemacht wurden, die dann von den selbst dispensirenden Aerzten bezogen wurden; die Seplasiarios beschuldigte man vielfacher Verfälschungen. Außerdem hießen die Arzneiverkäufer

jener Zeit noch Pharmacopolae, auch Medicamentarii, ein Name, der bald eine üble Nebenbedeutung bekam, so daß im Codex Theodosianus (am Ende des 4. Jahrhunderts) darunter geradezu ein Giftmischer verstanden wird (ähnlich wie damals Mathematicus schlechthin einen Zauberer bedeutete). Auch die Farbenhändler (Pigmentarii) trieben damals Handel mit Arzneien.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Die Verfertigung vieler einzelnen Arzneien lehrte Galenus; Andromachus aus Kreta, ein Leibarzt Nero's, erfand die Zubereitung des Theriaks, eines Musters der damaligen Pharmacie, zu dessen Verfertigung mehr als sechzig der widersprechendsten Substanzen zusammengemischt wurden. Die älteste vollständige Anleitung zur Arzneibereitung sind die Compositiones medicae des Scribonius Largus (in der Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr.).

Der Antheil, welchen die Chemie an der Pharmacie während des ganzen Zeitraums, den wir unter der alten Geschichte der Chemie begreifen, hatte, war nur gering. Bei weitem zum größeren Theil waren alle Arzneien nur Zusammensetzungen roher Naturstoffe oder auf mechanischem Wege aus ihnen abscheidbarer Körper; wenige Stoffe nur, die eine eigene chemische Zubereitung erforderten, wurden dazu genommen, und diese waren meist solche, welche auch sonst noch, namentlich zum technischen Gebrauche, dargestellt wurden. Eine vermehrte Anwendung der chemischen Hülfsmittel für die Pharmacie tritt uns erst in dem folgenden Zeitalter entgegen.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Pharmaceutische Einrichtungen der Araber.

Dasjenige Volk, bei welchem wir in dem Zeitalter der Alchemie zuerst die pharmaceutische Chemie mehr entwickelt sehen, sind die Araber. Ihre pharmaceutischen Einrichtungen sollen ihnen, nach der Angabe des Leo Africanus, von den Nestorianern zugekommen sein, einer christlichen Secte, welche sich im fünften Jahrhundert in Arabien niederließ. Diese hätten in ihren Niederlassungen die ersten öffentlichen Apotheken errichtet, und da mehrere von ihnen bei den arabischen Kalifen als Leibärzte Beschäf-

tigung fanden, so wären die Araber auf diese Weise mit der Einrichtung der Apotheken bekannt geworden und hätten ähnliche Anstalten angelegt. Unter dem Kalif Almansur wurde, gegen das Ende des 8. Jahrhunderts, die erste öffentliche Apotheke zu Bagdad errichtet.

Pharmaceutische Einrichtungen der Araber.

Um die Bereitung der Arzneien in diesen Anstalten zu regeln, erschienen bald Anleitungen, welche die Stelle unserer heutigen Pharmacopöen vertraten. Eine solche schrieb im 9. Jahrhundert Sabor-Ebn-Sahel, Lehrer an der Schule zu Dschondisabur; in gleicher Beziehung dienten die Schriften der im I. Theile, Seite 56 ff. genannten arabischen Aerzte, wie denn namentlich Avicenna im 5. Buche seines Canons Anleitung zur Arzneibereitung gab; ein anderes Lehrbuch der Pharmacie für die Aerzte seines Volks schrieb im 12. Jahrhundert Abul-Hassan-Hebatollah-Ebn-Talmud, Leibarzt des Kalifen zu Bagdad.

Die Araber fügten nur wenige neue chemische Präparate dem Arzneischatze zu. Moschus, Rhabarber, Bibergeil, Kampher, Zucker, Tamarinden, Asa foetida, Ingwer, Muscatnüsse, Gewürznelken, Zittwerwurzel und ähnliche Substanzen bildeten hauptsächlich die Gegenstände des Arzneiwaarenhandels. Die arabischen Aerzte des 10. bis 12. Jahrhunderts ließen diese Arzneistoffe in die Form von Syrupen und Latwergen bringen, und hierin und in der Anfertigung von Decocten der officinellen Pflanzen bestand die hauptsächlichste Beschäftigung der Pharmaceuten jener Zeit. Der wichtigste Dienst, welchen die Araber der Pharmacie geleistet haben, bestand in der Anwendung der Destillationsgeräthschaften zur Verfertigung von Arzneien. Schon Avenzoar im 12. Jahrhundert verordnete häufig Rosenwasser, und der Gebrauch der destillirten Wasser wurde bald immer ausgedehnter; eine genaue Beschreibung der Destillation, behufs der Anfertigung von Arzneien, gab namentlich Alzaharavius um 1100.

Mit den medicinischen Kenntnissen der Araber trugen sich auch ihre pharmaceutischen auf die Europäer über, zugleich auch die Einrichtung der Apotheken. In das südliche Italien verpflanzte sich am frühesten die Medicinalverfassung der Araber; die Gelehrten, welche unter den Europäern zuerst die arabische Medicin vertraten, gehörten den medicinischen Schulen zu Salerno und zu Monte-Cassino an. Constantin von Carthago, der in Bagdad selbst sich mit der Heilkunde der Araber vertraut gemacht hatte, errichtete im 11. Jahrhundert zu Salerno die ersten Apotheken im christlichen Europa; in dem folgenden schrieb Nicolaus von Alexandrien, Vor-

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

steher der salernitanischen Schule, sein Antidotarium, die erste europäische Pharmacopöe, welche auch unter anderen Titeln, als isagogicarum introductionum in artem apotecariatus opusculum, oder Dispensatorium ad aromatorios, sehr verbreitet wurde. Die hier angewandten Medicamente, ebenso wie die Art ihrer Zubereitung, sind ganz die der Araber; auch bei den Aerzten des christlichen Europa's fanden im 13. Jahrhundert die destillirten Wasser vermehrte arzneiliche Anwendung, und die Destillation wurde ein nothwendiges Hülfsmittel der Pharmacie; als pharmaceutische Präparate empfahl mehrere zu jener Zeit namentlich der griechische Leibarzt Johannes Actuarius, in dessen berühmter Schrift, die in der lateinischen Uebersetzung als Methodus medendi bekannt wurde, einzelne Theile die Zubereitung der Arzneien speciell lehrten und auch als besonderes Werk, de compositione medicamentorum, verbreitet wurden.

Zu jener Zeit erhielt auch das Apothekerwesen eine geregeltere Form. Schon im 12. Jahrhundert hatte König Roger von Neapel in Bezug hierauf und nach dem Muster der Araber gesetzliche Vorschriften gegeben; genauere Bestimmungen erließ 1233 Kaiser Friedrich II. für seine Königreiche Neapel und Sicilien. Den Aerzten wurde zur Pflicht gemacht, es der Behörde anzuzeigen, wenn sie in den Arbeiten der Apotheker (die als confectionarii bezeichnet sind) eine Unrichtigkeit bemerken sollten. Den Aerzten wurde das Dispensiren von Arzneimitteln untersagt, die Apotheker aber auf gewissenhafte Befolgung der gesetzlichen Vorschriften für die Arzneibereitung verpflichtet (Confectionarii facient confectiones expensis suis, cum testimonio medicorum, juxta formam constitutionis, nec admittentur ad hoc, nisi praestito juramento, quod omnes confectiones suas secundum praedictam formam facient, sine fraude, wie das Gesetz sagte). Es wurde hier weiter bestimmt, die Bereitung der Arzneien solle unter Aufsicht besonders dazu bestimmter Aerzte geschehen, und der Gewinn geregelt, den der Apotheker bei dem Verkaufe derselben nehmen könne. Die Apotheker heißen hier auch noch stationarii, ohne daß indeß der Unterschied in der Bedeutung dieses Wortes und der des Wortes confectionarii sich jetzt genügend angeben ließe. Die Apotheke selbst wird als statio, auch als apotheca bezeichnet. Letzterer Name in Beziehung zur Ausübung der Pharmacie war im 13. Jahrhundert noch in anderen Ländern bereits im Gebrauch; 1271 untersagte die medicinische Facultät zu Paris allen Apothecariis und Herbariis das innerliche Heilen, auch sollten sie ihre Arzneien nur an Aerzte

verkaufen, die sie dann selbst ausgaben; und auch in Deutschland wird in jener Zeit der Name Apotheke mehrfach gebraucht. Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Einige Unsicherheit über die Verbreitung der Apotheken bringt der Umstand mit sich, daß man damals mit diesem Worte noch öfters den ursprünglichen Begriff (ἀποθήκη, Niederlage, Speicher, Magazin) verband, und nicht ausschließlich den einer Anstalt zur Arzneibereitung. Insofern bleibt es ungewiß, ob die in dem 13. Jahrhundert in den Chroniken mehrerer Städte, z. B. von Trier, genannten Apotheken und Apotheker wirklich als die Anfangspunkte der deutschen Pharmacie zu betrachten sind; im 14. Jahrhundert liegt es mehr außer Zweifel, daß Apotheken im heutigen Sinne des Worts in mehreren deutschen Städten bestanden, so z. B. in Nürnberg und Prag; von der letzteren Stadt aus kam eine solche Anstalt mit der Errichtung einer Universität 1409 nach Leipzig; eine Art Apothekerordnung wurde 1440 zu Basel gegeben; in Augsburg 1445 die Betreibung einer Apotheke durch einen tüchtigen Gesellen der Wittwe des vorigen Besitzers gestattet; in Stuttgart 1458 einem Apotheker, dessen Familie schon längere Zeit eine solche Anstalt hatte, seine Rechte gesichert, und 1468 einem andern Apotheker Instruction und Taxe vorgeschrieben; zu Halle wurde 1493 das erste Apothekerprivilegium ertheilt, mit der Bedingung, daß der Inhaber zehn Jahre hindurch zu zwei Mahlzeiten in der Fastenzeit für den Magistrat acht Pfund gutes Confect liefern solle. Ebenso ist für Copenhagen 1465, für Frankfurt a. M. 1478, für Stendal 1486, für Berlin 1488 die Existenz von Apotheken constatirt. Auch die Rechte und Pflichten der Apotheker wurden bald überall geordnet; so mußten die Apotheker in Frankfurt a. M. 1500 eine besondere Ordnung beschwören; zu Augsburg wurde 1507 eine Apothekerordnung erlassen und darin die Revision derselben von Zeit zu Zeit anempfohlen, auch 1512 allen Nichtapothekern der Handel mit Arzneien verboten; zu Hamburg wurde 1529 die Visitation der Apotheken dem Stadtphysikus übertragen. In Frankreich erhielten die Apotheker 1484 Gesetze, und sie wurden als eine besondere Corporation anerkannt; wissenschaftliche Bildung, strenge Prüfungen und öftere Untersuchungen der Apotheken durch die Aerzte wurden darin vorgeschrieben, dagegen aber auch den Apothekern bedeutende Privilegien zugesichert, und sie selbst den Gelehrten gleich gesetzt.

So breiteten sich diese pharmaceutischen Einrichtungen während des 15. Jahrhunderts rasch aus, ohne daß indeß mit ihrer größeren Verbreitung

Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch.

eine entsprechende Entwicklung pharmaceutisch-chemischer Kenntnisse verbunden gewesen wäre. Die Verrichtungen des Apothekers bestanden bis gegen das Ende des 15. Jahrhunderts nur in der mechanischen Zubereitung der Arzneien, welche meist aus Italien bezogen wurden. Die Arzneimittel selbst waren meist die von den Arabern bereits gebrauchten; von neu hinzukommenden ist der Weingeist hervorzuheben, den im 13. Jahrhundert besonders der Cardinal Vitalis de Furno aus Basel in seinem Liber selectiorum remediorum pro conservanda sanitate ad totius corporis humani morbos als ein allgemeines Heilmittel empfahl; ebenso ein berühmter Arzt und Lehrer zu Bologna, Thaddäus von Florenz, der sich außerdem um die Einführung der geistigen Wasser in die Apotheken verdient gemacht hat. Auch Raymund Lull und Villanovanus beförderten die Anwendung des Weingeistes und anderer Destillationsproducte. Doch blieb die Pharmacie unausgebildet, und besonders trug, neben der Anhänglichkeit an die Lehren der Früheren, dazu bei das Streben nach der Auffindung einer Universalmedicin. Diese Idee, welche an und für sich vielleicht die pharmaceutischen Untersuchungen hätte befördern können, hemmte sie, weil sie sich sogleich mit der Alchemie verband, und man als Universalmedicin das Mittel, unedle Metalle in Gold zu verwandeln, bezeichnete (vergl. in der speciellen Geschichte der Alchemie über die dem Steine der Weisen zugeschriebenen Eigenschaften). So gab es damals keine wissenschaftlichen Pharmaceuten, sondern nur handwerksmäßige Apotheker oder Alchemisten.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Als Handbuch der Apotheker ist aus dem 13. Jahrhundert noch zu erwähnen ein Werk des Nicolaus Myrepsus, welches (ursprünglich griechisch geschrieben) in mehrfachen lateinischen Uebersetzungen unter dem Titel Dispensatorium oder Medicamentorum opus oder Theatrum de recta medicamentorum praeparatione et usu, verbreitet war, und aus dem Anfange des 14. Jahrhunderts des Gentilis de Fulgineo (Lehrers der Arzneiwissenschaft zu Padua, dann zu Perugia) de praeparatione medicinarum compendium. Neben diesen Schriften standen die der oben genannten Araber und früheren italienischen Gelehrten fortwährend in Ansehen. In der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts lebte Saladin von Asculo, der in seinem Compendium aromatorium die Bereitung der Arzneien lehrte und auf ihre Verfälschungen aufmerksam machte. Eine gesetzliche Pharmacopöe erschien zu Florenz schon 1498 unter dem Titel: Ricettario de dottori del arte e di medicina del Collegio Fiorentino all' instanzia de

signori consuli della universita. Als das erste deutsche Apothekerbuch schrieb Ortolph von Baierland sein »Arzneibuch« 1477.

Vermehrter Gebrauch der chemischen Präparate als Heilmittel.

Gegen die bis dahin unangefochten gebliebene Pharmacie des Galenus und der Araber lehnte sich am Ende des 15. Jahrhunderts Basilius Valentinus auf, welcher zuerst auf die Einführung chemischer Präparate als Heilmittel in die Apotheken drang und zuerst eigentliches chemisches Wissen von den Apothekern forderte. Die chemischen Präparate, welche er zum innerlichen Heilgebrauche vorschlug, waren fast sämmtliche Substanzen, als mit welchen bekannt wir ihn im I. Theile (S. 78) besprachen. Die chemischen Kenntnisse der Pharmaceuten und Mediciner seiner Zeit waren indeß noch zu unvollkommen, als daß jene Präparate sogleich Aufnahme in den Arzneischatz gefunden hätten; die wirksamsten der von ihm vorgeschlagenen Heilmittel, die Spießglanz- und Quecksilberpräparate, wurden schlechthin als giftig verworfen, und die Aerzte der alten Schule schenkten seinen Ansichten keine Aufmerksamkeit. Erst durch Paracelsus, der die Ansichten des Basilius Valentinus erweiterte und eindringlicher vortrug, wurde die Einführung der chemischen Präparate als Heilmittel durchgesetzt.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie.

Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie.

Hinsichtlich der Erweiterungen, welche die pharmaceutische Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie erfuhr, ist vieles hierauf Bezügliche schon in dem I. Theile, bei der allgemeinen Geschichte jenes Zeitalters, angeführt worden. Wir besprachen dort bereits den Einfluß, welchen Paracelsus hinsichtlich der Einführung chemischer Präparate in den Arzneischatz ausgeübt hat; wir lernten dort die Angriffe kennen, welche gegen diese Neuerung geführt worden; es wurden dort die vorzüglichsten Vertheidiger der chemischen Heilmittel und ihre hauptsächlichsten Widersacher genannt.

Wir gaben bei den bedeutendsten Vertretern der iatrochemischen Rich-

Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie.

tung an, welche Präparate sie als Heilmittel einführten. Wir haben hier den Einfluß dieser veränderten Richtung der Medicin für die Pharmacie noch etwas näher zu besprechen.

Bei dem Umstande, daß die Anwendung chemischer Präparate als Arzneien von den gelehrten Aerzten, von deren Ansicht vorzugsweise die Einrichtung der Apotheken abhing, verworfen wurde, gewann die Pharmacie in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts kein anderes Ansehen, als sie bisher gehabt hatte. Officinell waren damals fast nur die schon länger bekannten Heilmittel, nach den Vorschriften des Galenus oder der Araber gefertigt. Die Anhänger des Paracelsus bereiteten die chemischen Präparate selbst, welche sie als Arzneien verordneten. Unter solchen Verhältnissen mußte sich der Mißbrauch mit Geheimmitteln entwickeln, welcher besonders in der letzten Hälfte des 16. und im 17. Jahrhundert auf die bedauerlichste Weise stattfand; fast jeder Arzt, der sich in der ersten Zeit mit der Bereitung chemischer Heilmittel abgab, glaubte in einer neu entdeckten chemischen Verbindung eine Universalarznei zu finden. Später erst, wo die Bereitung der Heilmittel wieder ganz den Apothekern überlassen wurde und auch die chemischen Präparate in den Pharmacopöen Aufnahme fanden, erwuchsen den Pharmaceuten aus der neuen Richtung der Medicin wesentliche Erweiterungen ihrer chemischen Kenntnisse.

Die Pharmacopöen dieses Zeitraums, welche vorzüglich geschätzt waren und zum Theil gesetzliche Kraft hatten, weisen diese allmälige Anerkennung der chemischen Arzneien am besten nach.

Verbreitung der Apotheken.

Die Abfassung gesetzlicher Pharmacopöen wurde in dem 16. Jahrhundert hervorgerufen durch die zunehmende Anzahl der Apotheken. In Deutschland wurde die Einrichtung der Apotheken immer mehr verbreitet; in Hannover wurde 1565, in Braunschweig 1568, in Oldenburg 1598 die erste öffentliche Apotheke errichtet. In Schweden entstand um 1550 die erste Apotheke zu Stockholm; schon gegen das Ende des 16. Jahrhunderts wurden von dem Czar Boris Godunow Apotheker nach Rußland berufen. — Ueberall wurden jetzt auch gesetzliche Bestimmungen über die Pflichten und Rechte der Apotheker gegeben. Apothekerverordnungen und Taxen wurden erlassen für Sachsen 1567, für Liegnitz 1568, für Brandenburg 1574, für Hamburg 1587, und an vielen anderen Orten; wo schon früher dergleichen bestanden hatten, wurden sie erneuert. Aber mehr als die Feststellung der äußeren Verhältnisse der Pharmaceuten interessirt uns hier, was für die Förderung ihrer

chemischen Kenntnisse von besonderem Einflusse war, und es waren dies namentlich die Pharmacopöen.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Bei der immer größer werdenden Zahl der Apotheken wurde Gleichförmigkeit in der Darstellung der Heilmittel dringendes Bedürfniß. Neben den von den Obrigkeiten anempfohlenen Pharmacopöen behielten aber auch stets die Schriften anderer ausgezeichneter Gelehrten ihr Ansehen. Wir wollen einige der bedeutenderen aus dem 16. Jahrhundert hier angeben.

Nach den Grundsätzen der alten Schule und mit Verwerfung der chemischen Arzneien schrieb in Deutschland Otto Brunfels (aus Mainz gebürtig, Arzt zu Bern, wo er 1534 starb), dem auch die pharmaceutische Botanik Ausgezeichnetes verdankt, seinen »Spiegel der Arzney« (1532), sein »Jatrium medicamentorum simplicium« (1533), seine »Reformation der Apotheken« (1536), und mehrere andere Werke, welche auf Arzneibereitung Bezug haben; der Ingolstädter Professor der Arzneikunde Leonhard Fuchs de componendorum miscendorumque medicamentorum ratione (1549), Valerius Cordus auf Verlangen des Raths der Stadt Nürnberg die erste deutsche gesetzliche Pharmacopöe: Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), in welches indeß doch einige, wenn auch nur wenige, chemische Präparate mit aufgenommen sind; in Frankreich Jacob du Bois (auch Sylvius genannt, und nicht mit dem später lebenden Jetrochemiker dieses Namens zu verwechseln), Professor zu Paris, de medicamentorum simplicium praeparatione, delectu, et mistionis modo (1542), und seine Methodus medicamenta componendi ex simplicibus (1541); Wilhelm Rondelet, Professor und Kanzler zu Montpellier, de ponderibus, justa qualitate et proportione medicamentorum (1555), ferner seine Methodus de materia medicinali et compositione medicamentorum tam internorum, quam externorum (1556) und sein Dispensatorium (1565); in Italien schrieb in gleicher Richtung der berühmte Anatom Gabriel Fallop zu Padua de compositione medicamentorum (1570). Ebenso waren die chemischen Arzneien noch ausgeschlossen in den meisten gesetzlichen Dispensatorien des 16. Jahrhunderts, so in der Cölner Pharmacopöe (zuerst 1565 gegeben), in der Augsburger (zuerst 1573), in der Görlitzer Apothekerordnung (1600), in dem Antidotarium Bononiense (1574) und der Pharmacopoea Bergamensis (1580), in dem Pariser Codex medicamentarius (welcher 1590 zuerst gegeben worden war) noch in der Bearbeitung von 1615.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Im Gegentheil lehrten vorzugsweise die Bereitung der chemischen Heilmittel in Deutschland Oswald Croll in seiner Basilica chymica (1608), Libavius in seiner Praxis alchymiae, hoc est, de artificiosa praeparatione praecipuorum medicamentorum chymicorum libri duo (1605), Adrian von Mynsicht in seinem Thesaurus et armamentarium medico-chymicum selectissimum, pharmacorum conficiendorum ratio propria laborum experientia confirmata (1631), in Frankreich Quercetanus in seinem Antidotaire spagyrique (1576), Turquet de Mayerne in seiner Pharmacopoea (gegen 1600); außerdem noch Angelus Sala, Glauber und die anderen Gelehrten, welche wir als Anhänger der Jatrochemie im I. Theile kennen lernten.

Im Anfange des 17. Jahrhunderts beginnen sich die Vorschriften zu verschmelzen, die bis dahin entweder die Bereitung der Galenischen oder die der chemischen Heilmittel ausschließlich gelehrt hatten. Die Apothekerbücher, welche in jener Zeit die gebrauchtesten waren, nahmen beide Arten von Arzneien mit einander auf; so das Dispensatorium medicum (1601) von G. Melich, einem Augsburger Apotheker, so die oft wieder aufgelegte Pharmacopoea medico-physica (1641) von dem Frankfurter Arzte J. Schröder. Auch in die gesetzlichen Pharmacopöen gingen nun diese Mittel in verschiedenem Maße über. Wir können hier nicht auf eine vollständige Aufzählung der Pharmacopöen, welche zu jener Zeit erschienen und auf die Bereitung der chemischen Präparate Rücksicht nahmen, eingehen, da ihre Zahl zu groß ist; es geschah aber dies namentlich schon in der Leydner Pharmacopöe von 1638 (welche 1628 zum ersten Male gegeben worden war), in der Amsterdamer von 1639, in der für Bordeaux von 1643, in der Frankfurter von 1656, in der Copenhagener von 1658, in der Londoner von 1650 (wo eine solche 1618 zuerst gegeben worden war).

Auch bei der Visitation der Apotheken nahm man nun Rücksicht auf die chemischen Arzneimittel; doch wurden damals noch zur Prüfung selten chemische Reagentien angewandt. Auf die Nothwendigkeit solcher Prüfungen machten im Anfange dieses Zeitalters besonders zwei italiänische Aerzte, Lisetti Benanci in seiner Declaratio fraudium et errorum apud pharmacopoeos commissorum (1553) und Antonio Lodetti in seinem Dialogo (1569), aufmerksam, und veranlaßten die Obrigkeiten zu Florenz und Ferrara zur Erlassung eines Gesetzes, wonach die Apotheker nur im Beisein besonders dazu ernannter Aerzte ihre Arzneien anfertigen durften.

Eine Anleitung zur Apothekenvisitation gab 1607 Jeremias Cornarius in seiner Fori medici adumbratio, et ex parte quidem, quae officinarum visitationem assistentium atque ceterarum directionem maxime special in synopsi facta, und Thomas Bartholin schrieb 1672 und 1673 zwei Programme de visitatione pharmacopoearum. Ein gesetzlicher Ordo visitandi officinas wurde 1688 zu Nürnberg erlassen. Anleitungen zur Arzneiprüfung.

Die Folgen davon, daß die Apotheker sich mit der Darstellung chemischer Präparate zu beschäftigen nun veranlaßt waren, zeigten sich bald; in dem folgenden Zeitalter schon, von der Mitte des 17. Jahrhunderts an, gehen aus der Schule der Pharmacie Chemiker hervor, welche zu den ausgezeichnetsten Repräsentanten unserer Wissenschaft zu rechnen sind.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie seit dem Zeitalter der phlogistischen Theorie.

Gleich im Anfange des neuen Zeitalters sehen wir die Chemie würdig durch Pharmaceuten vertreten; die Verdienste Kunkel's, Lemery's, St. F. Geoffroy's, Neumann's, Marggraf's, Scheele's, welche in der Ausübung der Pharmacie die erste Anregung zum Studium der Chemie fanden, haben wir schon im I. Theile besprochen. In gleicher Beziehung reihen sich ihnen an in Frankreich Lefêvre, Glaser, Boulduc, G. F. Rouelle, Cadet; unter den Lehrbüchern der pharmaceutischen Chemie, welche dort während dieses Zeitalters herauskamen, heben wir noch hervor Malouin's [1]) Chimie médicale contenant la manière de préparer les remèdes les plus usités (zuerst 1734 erschienen); Baumé's [2]) Lehrbücher der pharmaceutischen Chemie.

---

[1]) Paul Jacob Malouin war 1701 zu Caen geboren; er widmete sich der Medicin und ließ sich als praktischer Arzt zu Paris nieder, wo er Leibarzt der Königin, königlicher Censor und Professor der Pharmacie bei der medicinischen Facultät war. Er wurde Mitglied der Akademie in der Section für Chemie, hat übrigens für diese Wissenschaft nur wenige und unbedeutende Originalarbeiten geliefert. Er starb zu Versailles 1778.

[2]) Antoine Baumé war zu Senlis 1728 geboren. Als Apotheker trat er zu Paris bei St. F. Geoffroy in die Lehre, und hier entwickelte sich seine

Lehrbücher der pharmaceutischen Chemie.

so viel gebrauchte und oft wieder aufgelegte Elémens de pharmacie théorétique et pratique (zuerst 1762 erschienen), und Demachy's Manuel du Pharmacien (1788). In den Niederlanden hatte bereits 1684 Jacob le Mort (geboren zu Arnheim 1650, gestorben als Professor zu Leyden 1718) seine Pharmacia medico-physica rationibus et experimentis instructa herausgegeben, Barchusen 1715 seine Synopsis pharmaciae. Mehr noch geschah für das wissenschaftliche Studium der pharmaceutischen Chemie in Deutschland. Als Lehrbuch hierfür schrieb der gothaische Leibarzt Daniel Ludovici (aus Weimar gebürtig) schon 1671 seine Pharmacia moderno saeculo applicanda, eins der besten und am meisten gebrauchten Apothekerbücher der damaligen Zeit; G. W. Wedel schon 1677 seine Pharmacia in artis formam redacta und 1684 seine Pharmacia acromatica; J. H. Jüngken (geboren 1648 zu Kahlern in Hessen, gestorben 1726 als Arzt zu Frankfurt) sein Corpus pharmaceutico-chemico-medicum 1697 und sein Manuale pharmaceuticum 1698. Stahl, der die Wichtigkeit der Pharmacie als Arzt wie als Chemiker vorzüglich würdigen konnte, schrieb seine Fundamenta chemico-pharmaceutica generalia ac manuductio ad encheireses artis pharmaceuticae speciales (1721) und seine Fundamenta pharmaciae chemicae (1728); ihm folgte Joh. Friedr. Cartheuser[1]), welcher 1736 seine Elementa chemiae medicae dogmatico-experimentalis und 1745 seine Pharmacologia theoretico-practica herausgab. Vorzüglichen Einfluß auf die chemische Bildung des

---

Neigung zum wissenschaftlichen Studium der Chemie und Pharmacie. Er trat 1752 in das Collège de Pharmacie ein, an welchem er bald darauf zum Professor der Chemie ernannt wurde; er verband mit dieser Stellung den Besitz einer Apotheke in Paris. Um ganz dem wissenschaftlichen Studium leben zu können, gab er 1780 sein Geschäft auf; doch eröffnete er es später wieder, da ihm die Stürme der Revolution sein Vermögen raubten. Nach der Errichtung des Nationalinstituts wurde er, 1796, zum Mitglied desselben erwählt; er starb zu Paris 1804.

1) Johann Friedrich Cartheuser war geboren zu Hoya bei Stolberg 1704; er starb als berühmter Professor der Anatomie, Botanik und Chemie zu Frankfurt an der Oder 1769. Untersuchungen von Pflanzensäften bildeten das Hauptsächlichste seiner Originalforschungen. Sein Sohn Friedrich August Cartheuser, Professor der Arzneiwissenschaft und Naturlehre zu Gießen, machte sich um die mineralogische Chemie verdient durch Untersuchungen über die chemischen Kennzeichen einzelner Mineralien, über ihre Anwendbarkeit als Flußmittel und Aehnliches.

Apothekerstandes in Deutschland übte aber C. G. Hagen's [1]) Lehrbuch der Apothekerkunst (die erste Auflage erschien 1778), dessen Wirksamkeit in vielen Auflagen und Uebersetzungen sich bis in die Gegenwart erstreckte.

Von welchem Erfolg eine wissenschaftliche Behandlung der pharmaceutischen Chemie war, wie sie in diesen Schriften versucht wurde, zeigte sich bald in den zahlreichen und verdienstvollen chemischen Arbeiten, welche unsere Wissenschaft seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts Mitgliedern des Apothekerstandes verdankt. Noch mehr fand dies während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen Statt. Unter den ersten Chemikern dieses Zeitalters gingen Klaproth und Vauquelin aus der Schule der Pharmacie hervor; der Erstere erwarb sich um diese Wissenschaft noch besondere Verdienste durch die (gemeinschaftlich mit Formey) ausgeführte Bearbeitung der preußischen Pharmacopöe (1799), welche zuerst in Deutschland nach den Grundsätzen der antiphlogistischen Chemie bearbeitet war, und bei ihrer großen Verbreitung wesentlich die Bekanntwerdung der antiphlogistischen Lehren und der neueren Nomenclatur beförderte. Ausgezeichnete Chemiker widmeten sich der Abfassung pharmaceutischer Lehrbücher; aus der Zeit, welche hier noch zu betrachten ist, erwähnen wir unter den Deutschen Göttling's (dessen »Einleitung in die pharmaceutische Chemie« 1778, und dessen »Handbuch der Pharmacie« 1800 erschien), Hermbstädt's (»Katechismus der Apothekerkunst« 1792, »Grundriß der theoretischen und experimentellen Chemie,« zuerst 1792), Trommsdorff's [2])

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

---

[1]) Carl Gottfried Hagen, geboren zu Königsberg in Preußen 1749, starb daselbst als Apotheker, Medicinalrath und Professor der Physik und Chemie 1829. Außer dem obengenannten Werke schrieb er noch »Grundriß der Experimentalchemie« (zuerst 1786, 3. Auflage unter dem Titel »Grundsätze der Chemie durch Versuche erläutert« 1796).

[2]) Johann Bartholomäus Trommsdorff wurde 1770 zu Erfurt geboren, wo sein Vater Professor der Medicin an der dortigen Universität und Apothekenbesitzer war. J. B. Tr. zeigte schon während seiner pharmaceutischen Lehrjahre reges Interesse an der Wissenschaft; noch als Gehülfe trat er als Schriftsteller mit großem Erfolge auf. Er übernahm 1792, nach dem Tode seines Vaters, dessen Apotheke; drei Jahre später wurde er als Professor der Physik und Chemie an der Universität zu Erfurt angestellt. 1823 wurde er Director der dortigen Akademie gemeinnütziger Wissenschaften. Er starb 1837. Vieles hat Trommsdorff für die wissenschaftliche Betreibung der Pharmacie geleistet durch sein pharmaceutisches Institut, welches, 1795 gegründet, 33 Jahre bestand, und aus dem viele der tüchtigsten Apotheker und Lehrer der

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

(»Systematisches Handbuch der Pharmacie« zuerst 1792, »Lehrbuch der pharmaceutischen Experimentalchemie« 1796), Westrumb's[1]) (»Handbuch der Apothekerkunst« zuerst 1795—98) und Buchholz's[2]) (»Grundriß der Pharmacie« zuerst 1802).

Neben diesen Lehrbüchern war noch von besonderm Einflusse auf die Verbreitung chemischer Kenntnisse unter den Apothekern die Errichtung pharmaceutischer Lehranstalten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und die Gründung pharmaceutischer Vereine, welche besonders in unserm Jahrhundert stattgefunden hat. Wir können auf eine nähere Besprechung dieser Institute hier nicht eingehen, so wenig als auf eine genauere Dar-

---

Chemie und Pharmacie hervorgingen; Vieles für die Naturwissenschaften überhaupt durch seine zahlreichen Schriften, von welchen wir hier nur die wichtigsten aufzählen wollen. Von seinem »Systematischen Lehrbuch der Pharmacie« erschienen von 1792 bis 1837 vier Auflagen, von seinem »Lehrbuch der pharmaceutischen Experimentalchemie« 1796 die erste, 1811 die dritte Auflage. Sein »Handbuch der pharmaceutischen Waarenkunde« erschien zuerst 1799 (dritte Auflage 1822), sein »Systematisches Handbuch der Chemie oder die Chemie im Felde der Erfahrung« von 1805 bis 1807 in 8 Bänden, »die Apothekerkunst in ihrem ganzen Umfange, oder allgemeines pharmaceutisch-chemisches Wörterbuch« 1806 bis 1822 in 4 Bänden. Für die wissenschaftliche Journalistik war Tr. thätig durch die Redaction seines »Journals der Pharmacie«, von 1794 bis 1834; den »Almanach für Scheidekünstler« gab er 1820 bis 1829 heraus.

[1]) Johann Friedrich Westrumb, geboren 1750, starb als Apotheker und Bergcommissär zu Hameln 1819. Seine »physikalisch-chemischen Abhandlungen« erschienen von 1785 bis 1800 in 6 Bänden, außerdem noch mehrere kleinere Schriften, wie »Bemerkungen und Vorschläge für Bleicher« (1800), »Bemerkungen und Vorschläge für Branntweinbrenner« (1803) u. a.

[2]) Christian Friedrich Buchholz war in Eisleben 1770 geboren. Er widmete sich der Pharmacie und ließ sich 1794 als Apotheker in Erfurt nieder. Von dieser Zeit an war er vorzüglich für die Pharmacie und Chemie thätig, und viele Untersuchungen stellte er bis zum Jahre 1814 an, wo sein Gesundheitszustand ihm gleich kräftige Fortführung derselben nicht mehr gestattete. Abnahme des Gesichtssinnes, die sich später bis zu fast völliger Blindheit steigerte, ließ ihn an der Fortbildung der Wissenschaft nur insofern noch Antheil nehmen, als er jüngeren Chemikern, die sich bei ihm aufhielten, mit seiner Erfahrung und seinem Rathe beistand. Er starb 1818. Von ihm erschienen, außer dem obengenannten Werke, »Beiträge zur Erweiterung und Berichtigung der Chemie« (1799 bis 1802) und verschiedene kleinere Schriften. Die »Redaction des Almanachs für Scheidekünstler« führte er von 1802 bis 1814; auch an der Herausgabe mehrerer anderen chemischen Zeitschriften, wie des »neuen allgemeinen Journals für Chemie« und des »Journals für Chemie und Physik« (beide von Gehlen redigirt) nahm er thätigen Antheil.

stellung der Leistungen der pharmaceutischen Chemie in der Gegenwart, oder auf eine Schilderung der Gelehrten, welche in unseren Tagen vorzugsweise zu einem gründlichen Studium derselben beigetragen haben. Die Specialitäten in dieser Beziehung übergehend, heben wir nur die Folgen solcher Bestrebungen hervor. Immer mehr entfernte sich, seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts, die pharmaceutische Chemie von der Richtung, die sie noch im Anfange desselben befolgt hatte, wo sie von den Forschungen der rein wissenschaftlichen Chemie nur die Resultate entlehnte, welche mit der Anfertigung von Arzneien im nächsten Zusammenhang stehen. Immer mehr verknüpfte sich die pharmaceutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen; die Lehrbücher für die erstere, die früher nur Sammlungen empirischer Vorschriften gewesen waren, nahmen den Charakter gediegen wissenschaftlicher Werke an, und die zunächst für Pharmacie gegründeten Zeitschriften wurden zu wichtigen Sammlungen von Arbeiten für die reine Chemie. Und so eng hat sich die Pharmacie mit der Chemie jetzt verschmolzen, daß der Standpunkt der ersteren in einem Lande nicht mit Unrecht als der Maßstab der Verbreitung rein chemischer Kenntnisse betrachtet wird, daß jeder Fortschritt der Pharmacie zugleich als ein Fortschritt der rein wissenschaftlichen Chemie gilt, daß jeder Versuch zur Hebung der Pharmacie zugleich die Beförderung der chemischen Wissenschaft in sich schließt.

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

Entwicklung der angewandten Chemie.

Einleitung. Von den einzelnen Zweigen der Chemie, deren Geschichte hier eine abgesonderte Darstellung verlangt, bleibt uns noch die angewandte Chemie übrig; wir haben noch Einiges darüber anzugeben, wie sich die Anwendung unserer Wissenschaft auf die verschiedenen Künste und Gewerbe entwickelte. Aus einem allgemeineren Gesichtspunkte lassen sich indeß die Fortschritte der angewandten Chemie nicht wohl betrachten; ihre einzelnen Theile, die Metallurgie, die Färberei, die Töpferkunst, die Glasbereitung, die fabrikmäßige Gewinnung einzelner chemischer Präparate, die Branntweinbrennerei, die Anwendung der Chemie auf die Agricultur u. s. w., stehen unter einander in zu geringem Zusammenhange, als daß man alles hierher Gehörige zu Einem Ganzen zusammenstellen könnte. Ereignisse, welche für einzelne dieser Theile neue Perioden beginnen lassen, sind für die anderen ohne alle Bedeutung. Bei der Verschiedenartigkeit des Stoffes, welcher in der Geschichte der angewandten Chemie zu betrachten ist, kann eine Eintheilung des ganzen zu übersehenden Zeitraumes keine aus der Sache selbst entlehnte, sondern nur eine künstliche sein. Wir könnten die Fortschritte der angewandten Chemie von Jahrhundert zu Jahrhundert verfolgen; wir ziehen es vor, die Eintheilung, welche sich für die Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie im Allgemeinen als die natürlichste bewies, auch hier zu Grunde zu legen und anzugeben, wie mit jedem Fortschritt in der Richtung der wissenschaftlichen Chemie auch ihre Anwendung auf die Künste und Gewerbe sich vervollkommnete. Begnügen müssen wir uns hier, über die Ausdehnung einer solchen Anwendung der Chemie für die verschiedenen Zeitalter im Allgemeinen zu berichten, und die Specialitäten, deren Anführung diese des Verschiedenartigen ohnehin genug enthaltende Uebersicht noch mehr zerreißen würde, bis zu der Geschichte der einzelnen betreffenden Stoffe versparen.

Technisch-chemische Kenntnisse der Alten.

Alles, was von der angewandten Chemie bis zu dem Anfange unserer Zeitrechnung empirisch erkannt war, möchten folgende Angaben umfassen.

Der Ursprung der metallurgischen Kenntnisse verliert sich in das höchste Alterthum; jede Nation schreibt die Entdeckung der Metalle oder der Kunst, sie weiter zu bearbeiten, mythischen Personen zu; so die Griechen die erste Behandlung des Eisens dem Prometheus und den Cyclopen, die Entdeckung des Goldes dem Cadmus u. s. w.; die Israeliten die erste Kenntniß der Bearbeitung von Metallen dem Tubalkain; die Phönicier und Aegypter nach Sanchuniathon und Diodor die Kunst, Metalle überhaupt aus den Erzen zu gewinnen, ihren ältesten Heroen und Königen. Ueber die angewandten Verfahrungsweisen bei der Ausziehung der Metalle aus den Erzen haben wir keine Nachricht; der Eisenschmelzöfen erwähnt schon Moses. Metallurgie.

Zur Zeit des römischen Weltreiches wurden metallurgische Arbeiten in großem Maßstabe ausgeführt; allein die Schriftsteller jener Zeit theilen nichts mit über die dabei vorkommenden chemischen Operationen. Plinius, Diodor, Strabo lehren uns nichts kennen über die Zusätze, welche man bei dem Schmelzen der Erze machte; nur über die mechanische Zubereitung geben sie Aufschluß; sie bestand damals schon im Pochen, Waschen, Mahlen des Erzes. Ueber die fast einzige chemisch-metallurgische Operation, die wir aus jener Zeit kennen, das Feinbrennen des Goldes und Silbers, haben wir schon oben in der Geschichte der analytischen Chemie gesprochen. Außerdem ist die Gewinnung des Quecksilbers aus Zinnober durch Erhitzen mit Eisen hier noch hervorzuheben. Bergbau auf Silber und Gold wurde besonders in Spanien betrieben, auf Blei in Spanien und Gallien, auf Zinn in England; wegen seines Reichthums an Eisenerz war Elba berühmt.

Die Färbekunst ist von gleich hohem Alter. In den Denkmälern der Aegypter aus den entferntesten Zeiten finden sich in verschiedenen Farben gefärbte Zeuge von Leinen und Baumwolle; Moses erwähnt häufig gefärb- Färbekunst.

Färbekunst. ter Stoffe, und zwar auch derselben Farben in verschiedenen Schattirungen. Die Kunstfertigkeit der Phönicier in der Purpurfärberei ist bekannt; auch steht fest, daß sie durch (gefaulten) Urin oder anderes Salz (Natron) die Farben künstlich zu schattiren wußten. Die Aegypter scheinen damit bekannt gewesen zu sein, daß gewisse Solutionen mit Farbestoffen andere, dauerhafte, Farben geben; sie scheinen bereits verschiedene Farben auf demselben Zeuge hervorgebracht zu haben, indem sie zuerst einzelne Stellen mit einer Beize bestrichen und dann das Ganze in Farbe tauchten. Vielleicht auch, daß der Proceß der doppelten Färbung, dessen die israelitischen, griechischen und römischen Schriftsteller erwähnen, nicht zweimaliges Eintauchen in Farbebrühe, sondern Eintauchen in Beize und dann in Farbebrühe bedeutet. — Die Griechen kannten nur wenige Farbestoffe, und weiß, schwarz, gelb und roth waren nach Plinius die von ihren Malern hauptsächlich gebrauchten Farben. Unter den Römern mehrte sich die Zahl der letzteren bedeutend. Als weißer Farbe bediente man sich der Kreide und des Bleiweißes, als schwarzer des Kienrußes; durch Mischung des letzteren mit Eisenoxyd oder Braunstein erhielt man die dunkleren Schattirungen von braun. Als einer kostbaren rothen Farbe auf Zeuge bediente man sich noch zu Plinius' Zeiten des Safts der Purpurschnecke, sonst auch des Krapps. Zu Malereien fanden außerdem rother Ocher, Zinnober und Mennige Anwendung. Gelb malte man mit gelbem Ocher, dem man mit Kreide oder Mennige andere Schattirungen zu geben wußte. Blau mit Indigo oder fein gemahlenem Glase, welches man mit Kupfer gefärbt hatte; die blaue Farbe an antiken Malereien ist auch mitunter durch kobalthaltiges feingemahlenes Glas hervorgebracht. Die grüne Farbe malte man mit Kupferverbindungen, namentlich mit natürlichem kohlensauren Kupfer und Grünspan.

Töpferkunst. In die ältesten Zeiten steigt auch die Erfindung der Töpferkunst hinauf; die erste Verfertigung gebrannter Steine und Töpferwaare wird nicht einmal durch eine Sage angedeutet.

Die Aegypter bereits wußten die Bausteine zu glasiren und feinere Töpferarbeit mit Email farbig zu malen. In Europa zeichneten sich in früher Zeit die Etrusker durch Kunstfertigkeit und verschiedene Farben ihrer Töpferarbeit aus; zu Plinius' Zeiten waren besonders die Städte Tralles in Lydien, Erythrea in Jonien, Adria in Oberitalien, Rhegium und Cumä in Unteritalien ihrer kunstvollen Töpferwaaren wegen berühmt. Die

Römer kannten keine dem Porzellan entsprechende Thonwaare (vergl. vasa murrhina); wohl aber war die Porzellanfabrikation längst schon den Chinesen bekannt, und auch in den ägyptischen Bauwerken sind einzelne dem Porzellan nahe kommende Gefäße aufgefunden worden.

Glasbereitung.

Die Glasbereitung scheint eine Erfindung der Aegypter zu sein, wenn sie gleich schon im Alterthum den Phöniciern allgemein beigelegt wurde. Allen historischen Nachrichten zufolge ist die Zeit der Entstehung jener ägyptischen Bauwerke, in welchen viele Gefäße von reinem und gefärbtem Glase gefunden wurden, älter als die Periode, in der vorzugsweise die Phönicier mit der Glasbereitung sich beschäftigten; die letzteren scheinen vielmehr anfangs nur den Verkauf des ägyptischen Glases besorgt zu haben, wegen dessen Bereitung Theben berühmt war. Unter den Griechen erwähnt Aristophanes (im 5. Jahrhundert v. Chr.) des Glases zuerst. — Zu Plinius' Zeit begann man in Spanien und Frankreich Glashütten anzulegen; er giebt die Bestandtheile und die Art des Formens durch Blasen genau an; auch erwähnt er der verschiedenen Färbung des Glases.

Darstellung chemischer Präparate.

Nur wenige chemische Präparate wurden von den Alten fabrikmäßig dargestellt. Bei den Aegyptern bereits wurde die Soda im Großen gewonnen, sie gebrauchten sie zum Einbalsamiren; von israelitischen Schriftstellern wird ihrer Anwendung zum Waschen erwähnt. Zu Plinius' Zeiten bereitete man Pottasche durch Auslaugen von Holzasche. Derselbe Schriftsteller erwähnt zuerst der Seife, als einer Erfindung der Gallier, und daß sie aus Fett und Asche bereitet werde. — Sonst fabricirte man noch Bleiweiß, Bleiglätte und Mennige, Grünspan und Vitriol, der schwefelsaures Kupfer und Eisen gemischt enthalten zu haben scheint. Den Zucker gewann man in Indien nur in kleinen Mengen und zum Arzneigebrauche. — Die Stärke wurde besonders von den Griechen dargestellt, durch Auswaschen aus Weizenmehl.

Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Processe.

Hinsichtlich der technischen Processe, welche auf der Gährung beruhen, war den Alten die Säuerung des Brotes, die Wein- und Essiggährung bekannt (vergl. Gährung im IV. Theile). Die erstere kannten schon die ältesten Israeliten; bei Moses wird ungesäuertes Brot von gesäuertem unterschieden. — Die Entdeckung der Gährung des Mostes wird von den verschiedenen Völkerschaften für eine auch für sie weit entfernte Zeit angegeben; die Griechen legen sie dem Bacchus, die Israeliten dem Noah bei. Zur Zeit der Römer wußte man den Wein auf sehr

Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Processe.

verschiedene Art zu behandeln, indem man seine Gährung durch Anwendung niedriger Temperatur verlangsamte oder den Most vorher einkochte u. s. w. Aus Gerste bereiteten schon die Aegypter, später die Germanen und Gallier das Bier. Auch den Honig, mit Wasser verdünnt, wußte man zu Plinius' Zeit in Gährung zu bringen. — Des Essigs wird schon in den Büchern des alten Testaments Erwähnung gethan.

Agricultur.

Die Verbesserung der Aecker durch Dünger beschäftigte die Alten viel; ihre Schriftsteller über den Ackerbau bemühen sich, die verschiedenen Mistarten ihrer Wirksamkeit nach zu classificiren. Auch suchte man damals schon die verschiedenen Bodenarten durch Vermischen mit anderen zu verbessern.

Dieses ist die Entwicklung der technisch-chemischen Kenntnisse bis zur Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung. Die nächsten Jahrhunderte bringen auch für diesen Zweig unserer Wissenschaft keine Erweiterung; während des zunächst folgenden Zeitalters der Alchemie erst breitet sich die Anwendung der Chemie auf bie Technik weiter aus.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Metallurgie.

In der Fortsetzung des Bergbaues in den Ländern, wo schon bei den Alten die Erze genutzt worden waren, in dem Aufblühen desselben in Gegenden, wo sich früher keine Spur davon findet, zeigt sich im Zeitalter der Alchemie das Fortbestehen und die Verbreitung metallurgisch-chemischer Kenntnisse. In Spanien beuteten die Araber eifrig die schon früher eröffneten Bergwerke aus; in dem südlichen Frankreich wurde, Urkunden aus dem Anfange des 13. Jahrhunderts zufolge, in dieser Zeit bereits Bergbau getrieben, und schon früher in Tyrol und Steyermark; in die Mitte des 11. Jahrhunderts gehen die zuverlässigen Nachrichten zurück, welche man über die Existenz von Bergwerken in Nassau hat, und damals bereits waren die schlesischen Hüttenwerke im besten Gange. Während des 12. Jahrhunderts beschäftigte man sich in Böhmen und viel früher schon am

Harz eifrig mit Bergbau. Im 13. und 14. Jahrhundert wurden in den meisten dieser Gegenden für die Förderung und Bearbeitung der Erze rechtliche Bestimmungen eingeführt. Gegen das Ende des 15. Jahrhunderts entdeckte man die Quecksilberbergwerke zu Idria. In England standen die Zinnwerke fortwährend in Flor.

Für die Färberei ist aus diesem Zeitalter wichtig die Verbreitung des Gebrauchs der Kermesfarbe durch die Araber an die Europäer und die Benutzung des Orseillefarbestoffes um 1300. Die Entdeckung von Amerika ließ den Indigo in Europa verbreitet werden, und verdrängte den Anbau und die Benutzung des Waids. Färbekunst.

In der Töpferkunst wurde die Benutzung der Glasur aus Blei und Zinn allgemeiner; ein Alchemist, Petrus Bonus von Ferrara, und Albertus Magnus erwähnen ihrer zuerst, aber als einer den Töpfern bekannten Sache, in dem Anfange des 13. Jahrhunderts. Töpferkunst.

Die Kunst der Glasbereitung war gleichfalls im Zunehmen, namentlich zeichnete sich jene Zeit in der Kenntniß der Mittel aus, Farben in Glas einzubrennen; die ältesten Gemälde der Art sind die in der Abtei zu St. Denis in Frankreich aus dem 12. Jahrhundert. — Der Glasspiegel geschieht zuerst 1279 durch Johannes Pekham, einen englischen Franciscaner († 1292) Erwähnung; lange waren sie nur mit Blei belegt, verdrängten indeß doch bald die bis dahin gebräuchlich gewesenen Metallspiegel. Glasbereitung.

Unter den chemischen Präparaten, deren Darstellung damals fabrikmäßig betrieben wurde, ist der Alaun wichtig. Geber erwähnt Alauns von verschiedenen Arten; im 13. und 14. Jahrhundert war es vorzüglich das byzantinische Reich, wo Alaun gewonnen und von wo aus er in die anderen Länder Europa's eingeführt wurde. Im 15. Jahrhundert kamen die Alaunwerke in Italien, auf der Insel Ischia, zu Tolfa im Kirchenstaat und zu Volterra in Toscana, in Betrieb; zu derselben Zeit gedenkt Basilius Valentinus bestehender Alaunsiedereien in Ungarn, Böhmen und Sachsen. Zinkvitriol wurde im 14. Jahrhundert in Kärnthen gesotten, und im folgenden spricht Basilius von den Vitriolwerken in dem südlichen Tyrol, in Ungarn und am Harz. — Darstellung chemischer Präparate.

Der Branntwein, dessen Gebrauch noch im 14. Jahrhundert nur in der Medicin stattfand, wurde bereits im folgenden ein unter dem Volke viel verbreitetes Getränk, und gegen das Ende desselben scheint man bereits seine Darstellung aus Getreide gekannt zu haben. Branntweinbrennerei.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie.

Metallurgie. Die Metallurgie war abermals derjenige Theil der technischen Chemie, in welchem auch während dieses Zeitalters vorzugsweise Fortschritte gemacht wurden. Die Probirkunst wurde systematisch behandelt von Agricola, der zugleich die chemische Vorbereitung der Erze, das Rösten und Brennen, genau beschrieb; zu seiner Zeit auch lernte man viele Nebenproducte metallurgischer Operationen, die man bis dahin verloren gehen ließ, weiter verwerthen; am Harz fing man an, den bei dem Rösten entweichenden Schwefel zu gewinnen, und den bei dem Schmelzen zinkhaltiger Erze sich bildenden Ofenbruch für die Messingbereitung zu nützen. Um die Mitte des 16. Jahrhunderts machte man auch in Sachsen die Entdeckung, aus kobalthaltigen Erzen die blaue Glasfarbe zu bereiten. In den peruanischen Silberbergwerken führte um 1570 der Spanier Velasco den Amalgamationsproceß ein, der in Mexico schon mehrere Jahre früher in Anwendung gekommen war; ihn verbesserte im Anfange des 17. Jahrhunders Alonso Barba.

Färbekunst. In der Färbekunst wurden der Indigo und die Cochenille immer allgemeiner eingeführt, so sehr auch verschiedene Landesregierungen, besonders in Deutschland, den Gebrauch des ersteren zu verhindern suchten, indem dadurch dem Anbau des Waids Abbruch geschah. Der Holländer Drebbel[1]) bemerkte 1639 die schöne hochrothe Farbe, welche Cochenille von Zinnauflösung annimmt, und führte den Gebrauch der letzteren in die Färbereien ein; seine Methode der Scharlachfärberei wurde 1643 durch einen andern Holländer, Kepler, in England eingeführt, und zu einem wichtigen Industriezweige. Der Venetianer Johann Ventura Rosetti sammelte seine Erfahrungen über die Färbekunst, die er sich durch lange Reisen erworben hatte, und publicirte sie 1540 als das erste Compendium dieser Kunst unter

[1]) Cornelius Drebbel, geboren zu Alkmar in Holland 1572, war ein reicher Landwirth, der sich viel mit Naturwissenschaften und Mathematik beschäftigte. Kaiser Ferdinand II. ernannte ihn zum Informator seines Prinzen, welche Stelle er bis 1620 bekleidete. Er ging hierauf nach London, wo er 1634 starb.

dem Titel: Plieto dell' arte de' tentori. Glauber machte viele für die Färbekunst wichtige Beobachtungen, so über die purpurrothe Schattirung der Cochenillefarbe durch Kali, die scharlachrothe durch Säure, die gelbe Färbung animalischer Substanzen durch Salpetersäure, die Anwendung der Eisensolution als einer Beize bei der Schwarzfärbung des Leders, der Wolle, der Leinwand und des Holzes. Daß der Alaun um die Mitte des 16. Jahrhunderts bei den Färbern als Beizmittel in verbreiteter Anwendung stand, bezeugt auch Palissy. Färbekunst.

Die Töpferkunst erhielt Erweiterungen mannichfacher Art. Durch Agricola wurden viele hierhergehörige Verfahrungsweisen bekannter; er wußte, daß nicht allein Zinn und Blei zusammen eine gute Glasur geben, sondern daß die Bleiglätte auch für sich mit unschmelzbarem Thon sich zu Glasur vereinigt. Besonders zeichnete sich aber in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts in dieser Beziehung Palissy [1]) aus. In seinen Schriften l'Art de terre und des terres d'argile verbreitete er seine durch die mühsamsten und ausdauerndsten Arbeiten gewonnenen Kenntnisse über die Einschmelzung von Farben auf gebrannte Gefäße, über die verschiedene Güte der verschiedenen Thonarten zum Anfertigen der letzteren, und über die Bereitung der Fayence. Töpferkunst.

Die Kunst der Glasbereitung verbreitete sich nach England, wo 1557 zu London, und nach Schweden, wo 1641 die erste Glashütte angelegt wurde; die blühendsten Glasfabriken während des 16. Jahrhunderts waren die venetianischen zu Murano. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts lebte Antonio Neri, ein Priester, aus Florenz gebürtig, der sich auf seinen Reisen in Italien und den Niederlanden viele Erfahrungen hinsichtlich der Glasbereitung erworben hatte, die er in seiner Schrift de arte vitraria niederlegte. Ein englischer Arzt, Christoph Merret, vermehrte den Glasbereitung.

---

[1]) Bernard Palissy ist nach Einigen 1499, nach Anderen 1515 zu La Chapelle-Biron, einem kleinen Dorfe in Perigord, geboren. Von 1544 an beschäftigte er sich hauptsächlich mit der Aufsuchung der Methoden, in Email auf gebrannte Waaren zu malen. Als Protestant wurde auch er 1560 verfolgt, zu Bordeaux eingekerkert, und nur gerettet durch die Fürsprache des Connetable von Bourbon bei der Königin Maria von Medicis. Aus Dankbarkeit schloß er sich dem Hofe der letzteren an. Er starb 1589. Seine verschiedenen oben genannten Schriften publicirte er in dem Zeitraume von 1557 bis 1580, vollständig wurden sie herausgegeben 1777 durch Faujas de Saint-Fond und Gobet, 1844 durch Cap.

Werth dieses Werkes, das er 1681 neu herausgab, durch zahlreiche eigene Beobachtungen.

Darstellung chemischer Präparate.

Die fabrikmäßige Gewinnung chemischer Präparate dehnte sich auf viele Stoffe aus, die bis zu diesem Zeitalter nur wenig im allgemeineren Gebrauch waren. Der Zinnober wurde im 16. Jahrhundert vorzüglich zu Venedig im Großen bereitet, die Fabrikation des Bleiweißes war allgemein bekannt, Alaun- und Vitriolsiedereien wurden an vielen Orten neu angelegt. Die Gewinnung des Scheidewassers scheint schon im 16. Jahrhundert allgemeiner bekannt gewesen zu sein; Betrüger wendeten es häufig an, um Münzen zu eigener Bereicherung durch Waschen leichter zu machen. Glauber zeigte die große Aehnlichkeit der Säure, die man bei der trockenen Destillation des Holzes bekommt, mit der Essigsäure, und den mannichfaltigen Gebrauch, den man von der ersteren machen kann, und gab bessere Anleitung zur Gewinnung des Salpeters.

Branntweinbrennerei.

Der Genuß des Branntweins verbreitete sich immer mehr unter alle Volksklassen und in alle Länder. In dem 16. Jahrhundert wurde er noch in großer Menge von Italien nach Deutschland eingeführt, obgleich dem Genuß desselben in verschiedenen Theilen des letzteren Reiches, in Hessen, Frankfurt und Celle, Gesetze zu steuern versuchten. Ebenso erfolglos wie diese waren indeß die Verordnungen in Sachsen, Branntwein nur aus Wein, nicht aus Getreide zu brennen. Die Einführung des Branntweins begünstigte insbesondere der allgemeine Glaube, daß er ein heilsames Mittel gegen die meisten Krankheiten sei. So wurde gegen 1570 sein Verbrauch in Schweden verbreitet, wo man ihn als Präservativ gegen die Pest dem Volke zuerst bekannt machte. Viele Anleitungen zur Gewinnung des gebrannten Wassers erschienen in diesem Zeitalter; Glauber erleichterte sie noch dadurch, daß er die Destillation außer in metallenen auch in wohlfeileren hölzernen Gefäßen vornehmen lehrte.

Agriculturchemie.

Für die Agriculturchemie war Palissy thätig. In einer Schrift de la marne bespricht er den Gebrauch des Mergels zur Verbesserung des unfruchtbaren Bodens. In einer andern, des sels divers et du sel commun, stellte er zuerst die Behauptung auf, daß der Dünger nur durch seinen Gehalt an löslichen Salzen den Boden verbessere, und daß der Boden durch fortgesetzten Anbau unfruchtbar werde, weil ihm dadurch alle Salze (löslichen Stoffe) entzogen werden.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der phlogistischen Theorie.

Während dieses Zeitalters gewinnt die ganze Technik neue Bereicherungen durch die Anwendungen, welche die Chemiker von ihrer Wissenschaft auf sie machen. Von Boyle, Becher und Kunkel an bis zu Bergman interessiren sich die ausgezeichnetsten Chemiker für praktische Benutzung ihrer neugewonnenen Ansichten. — Auf eine Unterscheidung der Chemie in reine und angewandte drang 1764 Andreas Johann Retzius, Professor zu Lund; 1757 hatte Gottfried August Hoffmann seine »Chemie zum Gebrauch des Haus-, Land- und Stadtwirths, des Künstlers, des Manufacturiers, Fabrikanten und Handwerkers« publicirt. Dies war das erste Compendium einer technisch-ökonomischen Chemie.

Die metallurgische Chemie änderte verhältnißmäßig am wenigsten ihren Charakter. Die alten Verfahrungsweisen wurden großentheils ungeändert beibehalten; die einzelnen Vorschläge zu Verbesserungen, welche in der ersten Zeit dieser neuen Periode gemacht wurden, sind nicht bedeutend genug, daß hier eine ausführlichere Aufzählung derselben nöthig wird. Die beste Zusammenstellung der seiner Zeit in den metallurgischen Operationen gebräuchlichen Verfahrungsweisen gab Schlüter in seinem »gründlichen Unterricht von Hüttenwerken« 1738. Von großer Wichtigkeit waren noch die Arbeiten eines Sven Rinmann's in Schweden, der mit großem Erfolg die Fortschritte der Chemie für die Hüttenwerke und Metallfabriken zu benutzen suchte; eine ausgezeichnete Anleitung zur Eisenbereitung gab er 1782. In ähnlicher Weise nützte nach ihm in Schweden Gahn; Bergman untersuchte mit Erfolg den Unterschied des Gußeisens vom Stahl und vom Schmiedeeisen, und die Ursachen der verschiedenen Güte des letzteren. Das bisher stets geheimnißvoll betriebene praktische Verfahren, Eisen in Stahl zu verwandeln, hatte Réaumur [1]) schon 1722 in Frankreich gelehrt, auch Metallurgie.

[1]) René Antoine Ferchault de Réaumur war zu Rochelle 1683 geboren. Er genoß hier seinen ersten Unterricht, und studirte dann in dem Jesuitencollegium zu Poitiers. Nachdem er sich später einige Zeit zu Bourges aufgehalten

Metallurgie. die Art, wie man Eisenblech verzinnt, gezeigt, und 1726 die Darstellung des Gußeisens verbessert. Duhamel erläuterte 1764 die Messingfabrikation; Hellot stellte 1756 die Grundsätze, wonach die Metalle aus den Erzen geschieden werden müssen, zusammen. Zur Prüfung der Erze erschienen Anleitungen in Menge. Den Amalgamationsproceß führte Born 1785 in den ungarischen Silberwerken ein.

Färbekunst. Für die Färbekunst wurde besonders wichtig die Entdeckung des Berlinerblau's (1710). Den Färbeproceß auf chemische Grundsätze zurückzuführen, bemühte man sich bald; die berühmtesten Chemiker beschäftigten sich damit. G. E. Stahl schrieb schon 1702 seine Adnotationes ad artem tinctoriam fundamentalem und 1703 seine »Vollkommene Entdeckung der Färbekunst«; Hellot gab 1740 die erste chemische Theorie des Färbeprocesses; Macquer publicirte 1763 seine technisch-chemische Schrift: l'art de la teinture en soye.

Töpferkunst. Die Töpferkunst wurde insbesondere erweitert durch erfolgreiche Versuche zur Darstellung des Porzellans. In Deutschland entdeckte Bötticher in Sachsen das Geheimniß der Porzellanbereitung 1709, und im folgenden Jahre wurde die Fabrik in Meißen eingerichtet. Wissenschaftlicher war der Weg, auf welchem Réaumur (1727—1730) die Bereitung des Porzellans zu erforschen suchte; er erkannte, daß sie auf einer Vermengung zweier verschiedener Erdarten beruht, wovon die eine unschmelzbar ist, die andere aber in hoher Temperatur schmilzt, die erstere einhüllt, und mit ihr eine feuerbeständige, durchscheinende Masse bildet. Seine Arbeiten nahmen 1758

---

und hier hauptsächlich mit Physik und Mathematik beschäftigt hatte, kam er 1703 nach Paris. 1708 trat er in die Akademie als Eleve des Mathematikers Varignon; seine ersten Untersuchungen betrafen vorzüglich einzelne Theile der Geometrie. Später beschäftigte er sich hauptsächlich mit naturhistorischen Forschungen, welche Anwendungen für die Praxis erlauben; so über die Seethiere, welche sich an feste Körper anhängen, über den Saft der Purpurschnecken, über die Stärke gedrehter Seile, und ähnliche Gegenstände. Für sein Werk über Stahlbereitung ward ihm von dem Herzog von Orleans, damaligem Regenten von Frankreich, eine Pension von 12000 Livres, die Réaumur auf die Akademie übertragen ließ, und zur Aufmunterung des Gewerbfleißes bestimmte. Er starb 1756. Seine meisten Schriften erschienen in den Memoiren der Pariser Akademie; von den selbstständig publicirten nennen wir hier: l'Art de convertir le fer forgé en acier (1722, 2. Aufl. 1770) und Nouvel art d'adoucier le fer fondu et de faire des ouvrages de fer fondu aussi fines que de fer forgé (1762).

Lauraguais, d'Arcet und Legay wieder auf, und suchten in Frankreich die richtigen Bestandtheile zu finden, aus welchen sich nach Réaumur's Ansichten Porzellan bereiten lasse; durch ihre und Macquer's Bemühungen erreichte man dieses Ziel, und in der Fabrik zu Sèvres fertigte man von 1769 an ächtes Porzellan. — Bessere Anweisung zur Verfertigung anderer feuerfester Thongefäße gab vorzüglich Pott. Töpferkunst.

Mit der Glasbereitung beschäftigte sich im Anfange dieses Zeitalters besonders Kunkel, der nach vielfachen eigenen Erfahrungen Neri's und Merret's Schriften in seiner Ars vitraria experimentalis 1689 commentirte. Réaumur entdeckte die Umwandlung des Glases in das nach ihm benannte Porzellan 1727. Glasbereitung.

Immer größer wurde die Zahl der chemischen Präparate, welche man zu allgemeinerem Bedarf fabrikmäßig darstellte. Nach Boyle's Aussage waren zu seiner Zeit bereits Scheidewasserbrennereien im Großen in Gang. Die fabrikmäßige Gewinnung des Vitriolöls aus Eisenvitriol beschrieb zuerst öffentlich ein Deutscher, Johann Christian Bernhard, 1755; diejenige aus Schwefel besprach zuerst der Engländer Dossie 1758 in seinem Elaboratory laid open. Die Bereitung der Säuren und die zweckmäßige Benutzung der Nebenproducte lehrte vorzüglich noch der Franzose Demachy [1]; seine Schrift: l'Art du distillateur des eaux fortes (1773) wurde berühmt, und auch in Deutschland durch Hahnemann's Bearbeitung (»der Laborant im Großen«) sehr bekannt. — Zur vortheilhafteren Gewinnung des Salpeters gab Stahl 1698 gute Anleitung. — Ein neuer wichtiger Fabrikationszweig entwickelte sich von 1710 an durch die Entdeckung des Berlinerblau's. Die Gewinnung des Alauns auf richtige Darstellung chemischer Präparate.

[1] Johann Franz Demachy war 1728 zu Paris geboren, wo er auch seine Studien machte. Unter Rouelle hörte er Chemie, zugleich beschäftigte er sich viel mit schöner Literatur. Er widmete sich der Pharmacie, und wurde in der Apotheke des Hôtel-Dieu angestellt. Später wurde er Oberapotheker im Militairhospital von St. Denys, dann Director der Apotheken sämmtlicher Civilhospitäler in Paris. Auch bekleidete er die Stelle eines königlichen Censors. Er starb 1803. Von seinen Schriften sind noch als wichtig zu nennen: Instituts de chymie ou principes élementaires de cette science (1766); Procédés chymiques, rangés méthodiquement et définis (1769); Manuel du pharmacien (1788). Auch machte er sich verdient durch die Uebersetzung guter deutscher Werke aus dem Gebiete der Chemie; so erschien von ihm eine Uebertragung von Juncker's Conspectus chemiae (1757), von Pott's (1759) und von Marggraf's (1762) gesammelten Abhandlungen.

Darstellung chemischer Präparate.

Grundsätze zurückzuführen, bemühte sich Bergman. Vorzüglich aber war Duhamel thätig, in die Darstellung chemischer Fabrikate ein rationelleres Verfahren einzuführen; zur Bereitung des Salmiaks gab er 1735 Anleitung, zu der des Leims 1771, des Stärkemehls 1775, der Seife 1777 u. a. Für die Zuckerfabrikation bereitete Marggraf's Entdeckung des Runkelrübenzuckers (1745) eine neue Epoche vor. — Schon vor 1780 begannen mehrere Chemiker und Fabrikanten ihre Aufmerksamkeit der Darstellung der Soda aus dem Kochsalz zuzuwenden, ohne jedoch damals schon ein genügendes Resultat zu erhalten.

Agriculturchemie.

Die Agriculturchemie entwickelte sich langsam. In Frankreich suchte Réaumur 1730 die Merkmale der in Beziehung auf ihre Fruchtbarkeit verschiedenen Erdarten anzugeben. Dieser Gegenstand, und wie man durch Mischung verschiedener Erdarten die Fruchtbarkeit des Bodens steigern könne, wurde von mehreren Akademien in Frankreich als Preisfrage gestellt; so von der (1714 gestifteten) Akademie zu Bordeaux 1758 und 1765, so von der (1706 gestifteten) Societät zu Montpellier 1769, welche letztere eine Arbeit von Bergman (sie trägt in der lateinischen Sammlung seiner Schriften den Titel de terris geoponicis) 1771 des Preises würdig erkannte. Das Interesse für solche Untersuchungen war in Schweden hauptsächlich durch Wallerius geweckt worden, der von 1730 an chemische Forschungen in Anwendung auf die Agricultur anstellte; am bekanntesten wurde seine Schrift Agriculturae fundamenta chemica (1761), wo er bereits die Grundsätze des Feldbaues auf die Vergleichung der Bestandtheile in den Pflanzen mit den Bestandtheilen des Bodens, worauf sie wachsen, zu stützen suchte.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen.

Kurze Andeutungen können wir hier nur über die Fortschritte der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen geben, wenn nicht die Darstellung derselben ein durch seine Länge ermüdendes Register einzelner Entdeckungen sein soll. Wir wollen den Einfluß der

quantitativen Untersuchungsweise auf die technische Chemie und die hauptsächlichsten Leistungen, welche in den ersten Jahren dieses Zeitabschnittes vorkommen, kurz besprechen.

Verhältniß der Chemie zur Technik im Anfange dieses Zeitalters.

Das Bedürfniß, die Chemie mit der Technik inniger zu vereinigen, machte sich zu der Zeit, wo unsere Wissenschaft durch Lavoisier die letzte große Umgestaltung erhielt, in den verschiedenen Ländern auf verschiedene Weise fühlbar. In England hatte ein ausgezeichneter Gewerbsfleiß, ein großer praktischer Scharfsinn eine Menge einzelner chemisch-technischer Verfahrungsweisen empirisch erkennen lassen, mehr fast, als die theoretische Chemie in ihrem damaligen Zustande genügend erklären konnte. Viele praktische Vorschriften zu chemisch-technischen Processen waren bekannt, allein ein theoretisches Verständniß derselben selbst in beschränkterem Umfange war nur wenig verbreitet. Vorzügliches Verdienst schrieben deßhalb die Engländer denjenigen ihrer Chemiker zu, welche, nach der Mitte des 18. Jahrhunderts, die Chemie von einer gewerbsmäßigen Betreibung zu einer wissenschaftlichen Behandlung erhoben. — In Frankreich hatten seit längerer Zeit bereits ausgezeichnete Chemiker sich mit einzelnen Theilen der Technik beschäftigt, und über die hier statthabenden Vorgänge sich genauere theoretische Kenntniß erworben, ohne daß indeß dieses theoretische Verständniß zu besserer und allgemeiner praktischer Ausführung vielen Anlaß gegeben hätte, und es bedurfte der einflußreichen Chemiker, welche am Ende des vorigen Jahrhunderts in Frankreich thätig waren, um die wissenschaftliche Kenntniß der chemischen Operationen in ihrer ganzen Wichtigkeit für die Praxis geltend zu machen. — In Deutschland wandten die Chemiker fortwährend der Technik ihre Aufmerksamkeit zu (als eins der besseren Lehrbücher aus jener Zeit nenne ich hier J. Fr. Gmelin's Anfangsgründe der ökonomischen und technischen Chemie, 1784), und die Technologen sahen ihrerseits gleichfalls die Nothwendigkeit immer mehr ein, die Chemie den hauptsächlichsten Grundlagen ihres Wissens beizuzählen; in dieser Beziehung verdient noch vorzüglich das Streben Beckmann's, des eigentlichen Begründers der Technologie als einer besonderen Wissenschaft, Anerkennung.

Zwei große Erscheinungen treten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zusammen, um den Einfluß der Chemie auf die Technik zu vergrößern, um alle Hülfsmittel darzuthun, welche die Chemie der Technik bieten kann. Es waren dies einerseits die plötzlichen und dringenden Anforderungen, welche in Frankreich an die wissenschaftliche Chemie gestellt wurden,

um eine Menge bis dahin in diesem Lande unbekannter Industriezweige zu schaffen, andererseits die Reform in der Theorie der Chemie, welche alle chemischen Vorgänge richtiger beurtheilen und mit größerer Sicherheit die theoretisch erkannten Verfahrungsweisen praktisch ausführen ließ.

Einfluß der quantitativen Untersuchungsweise.

Vorzügliche Fortschritte wurden für die technische Chemie dadurch veranlaßt, daß die quantitative Untersuchungsweise, welche bald überall durchzuführen man bemüht war, auch in ihr Anwendung fand. Genauer als je wurde nun der Gehalt der zu verarbeitenden Substanzen an wirksamen Bestandtheilen bestimmt, sorgfältiger die Menge des fabrikmäßig erhaltenen Products mit derjenigen verglichen, welche nach der rein wissenschaftlichen Betrachtung sich herausstellen müßte. Die Fehler der Operationen wurden so ermittelt, und größere Sicherheit in alle auf chemischen Grundsätzen beruhende Verfahrungsweisen der Technik gebracht.

Diese Richtung bethätigt sich auch schon in den ersten Leistungen der Chemiker für die technische Chemie im Anfange unseres Zeitalters. Lavoisier, nachdem er die Theorie des wichtigsten chemisch-technischen Hülfsmittels, der Verbrennung, richtiger erkannt hatte, suchte auch dafür die quantitativen Bestimmungen genauer zu geben; seine Arbeit über den Werth verschiedener Brennmaterialien in Beziehung auf die Hitze, welche gleiche Gewichte von ihnen geben (1787), verdient hier Erwähnung. In gleicher Beziehung arbeitete er über viele Theile der angewandten Chemie, über die Prüfung der Salpetererde auf ihren Gehalt (1777, 1792) und Aehnliches. — Die genaue Ausmittlung der rohen Stoffe an wirksamen Bestandtheilen suchte man den Fabrikanten zugänglicher zu machen; Decroizille's Methode für solche Bestimmungen, 1789 zuerst an der Prüfung der Bleichflüssigkeit durch Indigolösung gezeigt, verdient hier Erwähnung.

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

Die fabrikmäßige Darstellung einzelner Substanzen wurde sicherer gemacht durch genaue Ermittlung ihrer Bestandtheile, so die des Stahls durch Berthollet, Vandermonde und Monge's Versuche über die verschiedenen Zustände des Eisens (1786), so die des Alauns durch Vauquelin und Chaptal's[1] Arbeit (1790), welche das Kali als einen noth-

[1] Jean Antoine Chaptal war 1756 zu Nozaret im Departement der Lozère geboren; er studirte Arzneikunde und Naturwissenschaften, und wurde Professor der Chemie und praktischer Arzt zu Montpellier. 1791 fand er zuerst Gelegenheit, sich durch seinen Patriotismus bei der Bestürmung der Citadelle von

wendigen Bestandtheil jenes Körpers darthat, u. a. Neue Fabrikationszweige wurden mit den günstigsten Resultaten versucht; die künstliche Bereitung der Soda nach dem Leblanc und Dizé'schen Verfahren (1794) muß als vorzüglich wichtig hervorgehoben werden. Andere Fabrikationszweige, deren Begründung schon früher stattgefunden hatte, wurden jetzt erst in größerem Maßstabe und mit mehr Erfolg betrieben; so die Fabrikation des Zuckers aus Runkelrüben, zur Zeit des Anfangs unseres Jahrhunderts hauptsächlich durch Achard's Bemühungen. Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

Dieselben Resultate, welche man früher nur durch weitläufige Verfahren erlangen konnte, lernte man bald durch schneller und sicherer wirkende Mittel ersetzen. Von welchem Einflusse auf das ganze Gewerbswesen war Berthollet's Anleitung zur Benutzung der bleichenden Kraft des Chlors (1795), von welcher Wichtigkeit für die sichere Darstellung reiner Präparate Lowitz's Entdeckung der entfärbenden Kraft der Kohle (1786). Die meisten chemischen Entdeckungen, viele rein wissenschaftliche Arbeiten, gaben zu neuen Verfahrungsweisen in der Technik Anlaß, oder lehrten schon früher bekannte besser verstehen und erfolgreicher anwenden; wie wichtig wurde z. B. für die Färbekunst Vauquelin's Entdeckung des Chroms (1797); wie wichtig für viele Gewerbszweige Wollaston's Bemühungen, das Platin zu Gefäßen anzuwenden (seit 1800); wie wichtig für die Schwefelsäurefabri-

---

Montpellier auszuzeichnen. Besondere Thätigkeit entwickelte er, als ihm 1793 die Direction der Pulverfabriken anvertraut wurde, die er indeß nicht lange verwaltete. Von 1794 bis 1798 lebte er wieder als Professor zu Montpellier; im letzteren Jahre wurde er Berthollet's Nachfolger als Lehrer an der École des arts und Mitglied des Nationalinstituts. Im folgenden Jahre wurde er Staatsrath, 1800 Minister des Innern, welche Stelle er bis 1804 bekleidete. Nachher wurde er zum Mitglied des Erhaltungssenats, von Napoleon auch zum Grafen von Chanteloup ernannt. — Während der Regierung der 100 Tage wurde Chaptal abermals in das Ministerium berufen; nach Napoleon's letztem Sturze trat er in den Privatstand zurück, bis ihn Ludwig XVIII. 1819 zum Pair von Frankreich ernannte. Er starb 1832. — Mehr als für die reine Chemie (seine Eléments de chymie erschienen zuerst 1790 [deutsche Uebersetzung 1791—1805], die 4. Auflage 1803) hat Chaptal für die angewandte gearbeitet; ausgezeichnet auf die Entwicklung der chemischen Technologie wirkten, außer vielen kleineren Arbeiten, seine Schriften: Le perfectionnement des arts chymiques en France (1800), La Chymie appliquée aux arts (1807, deutsche Uebersetzung 1808) und De l'industrie française (1819); für die rationellere Behandlung des Ackerbaues wirkte er durch seine Chymie appliquée à l'agriculture (zuerst 1823, 2. Aufl. 1829).

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

kation Clement und Desormes' Arbeit (1806) über die Wirkung des Stickoxyds bei der Bereitung dieser Säure; wie wichtig für die Seifenfabrikation Chevreul's Untersuchungen über die Fette (von 1813 an); welchen Einfluß hatten die chemischen Untersuchungen über die Bildung der Essigsäure, über die Natur des hydraulischen Mörtels, über die Gase, welche zur Beleuchtung dienen u. s. w. auf die schnellere oder zweckmäßigere Bereitung und Anwendung dieser Körper.

Alle Theile der chemischen Technologie wurden mit dem größten Eifer von dem Anfange unseres Zeitalters an bearbeitet. Für die Färbekunst arbeitete Berthollet (l'art de teinture 1791), und schrieb Bancroft seine experimental researches, concerning the philosophy of permanent colors (1794). Ueber die Weinbereitung schrieb Fabbroni sein Werk: dell' arte di fare il vino (1787). Durch chemische Untersuchungen über die Nahrungsmittel zeichnete sich Parmentier [1]) aus, welchem auch viele einzelne Fabrikationszweige Ausgezeichnetes verdanken; die chemische Technologie als Ganzes bearbeiteten die gleichfalls auch um viele einzelne Gewerbe hochverdienten Gelehrten Chaptal und Hermbstädt [2]) — Senebier,

[1]) Antoine Augustin Parmentier, geboren 1737 zu Montdidier, kam als Apotheker nach Paris, wo er sich bald durch wichtige chemisch-technische Untersuchungen berühmt machte. Besonderes Verdienst erwarb er sich um die französische Armee durch eine bessere Einrichtung der Feldapotheken. Als Generalinspector dieser Einrichtungen starb er 1813.

[2]) Sigismund Friedrich Hermbstädt war 1760 zu Erfurt geboren; auf dem Gymnasium und der Universität seiner Vaterstadt erhielt er seine Ausbildung und begann das Studium der Arzneiwissenschaft. Er beschäftigte sich außerdem noch vorzüglich mit Chemie, und bildete sich hierin noch mehr in Langensalza aus, wo er als Gehülfe Wiegleb's einige Zeit lebte. Später übernahm er eine Apotheke in Berlin, und setzte seine Studien an der dortigen medicinisch-chirurgischen Bildungsanstalt fort; an diesem Institut wurde er 1791 zum Professor der Chemie und Pharmacie ernannt. Seine amtliche Thätigkeit erweiterte sich bald noch durch seine Anstellung in dem Obersanitätscollegium und in den obersten Behörden für medicinische und technologische Angelegenheiten; als Lehrer der Chemie wirkte er noch an der allgemeinen Kriegsschule, dem Bergwerks-Eleven-Institut, und 1819 wurde er ordentlicher Professor der Chemie und Technologie an der Berliner Universität. Er starb 1833. — Hermbstädt war einer der ersten unter den Chemikern, welche in Deutschland Lavoisier's Ansichten sich anschlossen und sie durch Uebersetzungen der Schriften des letztern und durch eigene Werke zu verbreiten suchten; sein »Systematischer Grundriß der allgemeinen Experimentalchemie« erschien zuerst 1791 — 1793 in 4 Bänden (die 3. Aufl. 1823). Außerdem zeichnete er sich besonders aus durch

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

Ingenhouß, A. v. Humboldt, Th. v. Saussure, H. Davy, Chaptal, Hermbstädt, Einhof, Schübler waren für die Agriculturchemie thätig, zum Theil ihren Untersuchungen diesen Theil der angewandten Chemie zum unmittelbaren Gegenstand gebend, zum Theil durch rein physiologisch-chemische Forschungen eine vermehrte Anwendung der Chemie auf den Ackerbau vorbereitend.

Die vorhergehenden Mittheilungen geben Aufschluß über die Fortschritte der angewandten Chemie, über den Einfluß, welchen unsere Wissenschaft auf das ganze Gewerbswesen ausgeübt hat, bis etwa zu dem Anfange unseres Jahrhunderts; sie nennen die Gelehrten, welche die Anwendung der Chemie auf die Künste und Gewerbe mit vorzüglichem Erfolg versucht haben. Wir setzen diese Aufzählung nicht weiter fort, da dies uns unmittelbar in die Bestrebungen der Gegenwart hineinführen müßte, die ihrerseits in zu raschem Vorandrängen begriffen sind, als daß sich ein Anhaltspunkt zu allgemeinerer Betrachtung ergeben könnte. Der Zusammenhang zwischen Chemie und Technik in der Innigkeit, wie er gegenwärtig statthat, ist zu neu, als daß sich die Resultate dieser Vereinigung schon jetzt auf eine befriedigende Art historisch darstellen ließen. Eine spätere Geschichtschreibung kann erst die Ergebnisse unter einem allgemeineren Gesichtspunkte zusammenstellen, welche aus der Ueberzeugung unserer Zeit von der nothwendigen Basirung der Technik auf wissenschaftliche chemische Kenntnisse hervorgehen.

Wir haben jetzt die verschiedenen einzelnen Zweige unserer Wissenschaft, die analytische, die mineralogische, die pharmaceutische, die angewandte Chemie, durchgegangen, welche sich in einer gewissen Abgeschlossenheit entwickelten, so daß eine besondere Besprechung für sie nöthig war. Der Einfluß

seine Bemühungen, die Kenntniß der chemischen Technologie zu verbreiten; sowohl durch Schriften über einzelne Gegenstände, wie über die Färbekunst (zuerst 1802), die Bleichkunst (1804), die Gerberei (1805 — 1807), die Seifensiederei (1808), den Runkelrübenzucker (zuerst 1809), die Branntweinbrennerei (zuerst 1817), die Tabaksfabrikation (1822), die Bierbrauerei (1826) und viele andere, als auch durch Abfassung großer Lehrbücher (Grundsätze der Technologie 1816 — 1825, Grundriß der Technologie 1830 — 1831 u. a.), die Redaction verschiedener technologischer Journale, und die Uebersetzung vieler technisch-chemischer Schriften.

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

dieser einzelnen Zweige hat sich immer mehr vergrößert, so daß einige davon jetzt eine selbstständige Behandlung erfordern, und in ihrer ganzen Ausdehnung kaum mehr nur als eine einzelne Richtung der Scheidekunst betrachtet werden können. Diese einzelnen Richtungen wurden zeitweise bearbeitet, ohne daß Erweiterung der chemischen Kenntnisse zunächst als Zweck vorausgesetzt war, aber auch in den Zeiten, wo dies der Fall war, schloß das Voranschreiten jeder dieser Richtungen ein Voranschreiten der Chemie in sich. Der Betrachtung dieser verschiedenen Zweige der Chemie wollen wir hier anhangsweise die Geschichte einer Richtung beifügen, welche von den vorhergehenden in der Art sich unterscheidet, daß sie in Abnahme, ja in Vergessenheit gekommen ist, während jene ihren Einfluß immer mehr ausbreiteten und jetzt selbstständige Behandlung erfordern, — welche den vorhergehenden Zweigen der Chemie in der Weise sich anschließt, daß auch aus ihrer Bearbeitung den chemischen Kenntnissen reichliche Vermehrung erwachsen ist, obgleich das Ziel der Richtung zunächst nicht chemische Naturforschung war. Diese Richtung ist die alchemistische, zu deren specieller Geschichte wir uns jetzt wenden wollen.

Specielle Geschichte der Alchemie.

Einleitung.

In der allgemeinen Geschichte der Chemie lernten wir Zeitalter kennen, wo unsere Wissenschaft fremden, d. h. anderen als den wahren, Zwecken diente. Es vermischt sich während einer solchen Zeit die Bearbeitung der Chemie mit der Entwicklung anderer geistigen Richtungen. Die geschichtliche Verfolgung dieser letzteren konnten wir in der allgemeinen Geschichte nur für so lang berücksichtigen, als sie für die Ausbildung der Chemie, für den Totalzustand dieser Wissenschaft, von besonderem Einflusse sind; wir mußten davon abstehen, die Art, wie man diese fremden Zwecke zu realisiren suchte, anders zu betrachten, als nur insofern, wie dieses Streben die ganze Chemie für eine bestimmte Zeit charakterisirt. Einleitung.

Wir können die historische Betrachtung, auf welche Art man einen solchen fremden Zweck außerhalb der Zeit, wo er zugleich die Chemie beherrscht, zu erreichen suchte, in diesem Werke übergehen, wenn jener Zweck noch immer einer besonderen Wissenschaft zur Aufgabe gesetzt ist. Niemand wird z. B. hier eine Geschichte der Medicin suchen, obgleich der Zweck der Medicin für ein bestimmtes Zeitalter auch das Ziel ist, welches sich die Chemiker vorgesetzt haben. — Wohl aber müssen wir in diesem Buche weiter ausführen, welche Schicksale das Streben nach solchen Zwecken hat, die, aus der Chemie hervortretend, diese Wissenschaft einst beherrschten, und untergingen, als unerreichbar anerkannt wurden, nachdem sich die Chemie von ihnen losgesagt hatte. Die Richtung, welche durch Verfolgung eines solchen Zweckes bestimmt wird, ist immer noch eine Dependenz der Chemie, auch wenn sie den Totalzustand dieser Wissenschaft nicht

Einleitung. mehr charakterisirt; sie kann zuletzt als Auswuchs der Chemie erscheinen, aber ihre specielle Geschichte darf nicht vernachlässigt werden, wenn die Chemie aller Zeiten im Ganzen wie im Einzelnen geschildert werden soll.

Das hier Gesagte findet vorzüglich Anwendung hinsichtlich der Frage, ob der speciellen Geschichte der Alchemie, der Geschichte der Bestrebungen, unedle Metalle in edle zu verwandeln, hier eine besondere Betrachtung einzuräumen sei. Die allgemeinen Begriffe der Alchemie habe ich bereits im I. Theile (Seite 40 ff.) besprochen, dort indeß nur so viel von diesen Ansichten und ihren Anhängern angeführt, als mit der Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie in näherem Zusammenhange steht. Hier will ich genauer auf dasjenige eingehen, was die Alchemie sonst noch Eigenthümliches hat; es ist dies zwar nicht Alles für die Chemie im Allgemeinen vom unmittelbarsten Einflusse gewesen, aber es schöpfte doch aus der Chemie die erste Veranlassung und blieb mit der Chemie in beständiger Wechselwirkung.

Während elf Jahrhunderten verschmilzt sich die Alchemie mit der wissenschaftlichen Chemie; aus dieser Periode, als dem Zeitalter der Alchemie, habe ich in dem I. Theile bereits Vieles erwähnt. Aber nachdem sich die Chemie einen andern Zweck gesetzt hat, als unedle Metalle in edle zu verwandeln, dauern doch die alchemistischen Richtungen noch fort; bis in den Anfang unseres Jahrhunderts, anderthalb Jahrtausende, dominirt die Alchemie die geistigen Kräfte Vieler. Sie verdient somit wohl eine nähere Beleuchtung, und diese wollen wir hier geben.

Die Eigenthümlichkeit der Alchemie, der Umstand, daß sie Begriffe behandelt und vertheidigt, die uns jetzt sehr fern liegende, oft unbegreifliche sind, macht es nöthig, hier mehr in Einzelnheiten einzugehen, als dies sonst für die historischen Darstellungen dieses Werkes vergönnt und nöthig ist [1]).

---

[1]) Dieselben Gründe veranlassen mich, fast immer die Sache mehr so hinzustellen, wie sie die Alchemisten auffaßten, als wie sie uns jetzt vorkommt. Es gilt dies namentlich für solche Fälle, wo von Metallverwandlung als einer vollkommen constatirten und ausgemachten Sache die Rede ist; der zuversichtliche Ton, in welchem von der Existenz eines Steins der Weisen gesprochen wird, giebt nicht meine Ansicht zu erkennen, sondern nur die Ueberzeugung einer früheren Zeit. Die Darstellung in anderer Weise zu versuchen, wo man jeden Satz mit: die Alchemisten waren überzeugt, daß — man glaubte fälschlich, daß — u. s. w. anfangen müßte, wäre ermüdend und ist unnöthig.

Nur durch die Angabe dieser Einzelnheiten läßt sich ein richtiger Begriff über das Wesen der Alchemie bilden. Einleitung.

Das Material, welches hierzu vorliegt, ist so zahlreich und verschiedenartig, daß zur Sichtung desselben die chronologische Ordnung, wenn sie gleich für den Bearbeiter in anderer Hinsicht die bequemste ist, nicht gewählt werden darf. Um Gleichartiges möglichst zusammenzustellen (eine strenge Durchführung dieses Princips ist indeß auch nicht möglich), will ich zuerst den Ursprung und die Verbreitung der Alchemie, dann ihre hauptsächlichsten Lehren, namentlich über den Stein der Weisen, die Stellung und Verhältnisse der Alchemisten, ihre Ansichten über die Darstellung des Steins der Weisen und endlich den Verfall des Glaubens an Alchemie in besonderen Abschnitten ausführlicher erörtern.

I. Ursprung der Alchemie und Verbreitung derselben bis zu 1700.

Ursprung der Alchemie.

Die Ansicht, daß man aus Körpern, welche kein Gold oder Silber enthalten, durch Kunst diese Metalle hervorbringen könne, findet sich historisch nachweisbar zuerst in dem 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung erwähnt, und dient da schon experimentellen Bemühungen zur Grundlage. Ob sie in dieser Zeit zuerst aufgestellt worden ist, oder ob sie da nur bekannter wurde und zu vervielfältigtem Bestreben nach Verwirklichung Anlaß gab, steht dahin.

Wir müssen von der historischen Kenntniß des Ursprungs der Alchemie, hinsichtlich welcher ich so eben mittheilte, wie weit sie sich zurück verfolgen läßt, die mythischen Angaben über die Entstehung derselben trennen. Wir wissen mit Bestimmtheit nur, daß von dem 4. Jahrhundert an man sich damit abgegeben hat, unedle Metalle in Gold und Silber verwandeln zu wollen, aber Alle, welche dieser Richtung anhängen, stimmen schon von jenem Zeitpunkte an darin überein, den Ursprung ihrer Kunst in eine weit entfernte Zeit zurückzuverlegen. So unsicher und fabelhaft auch ihre Angaben sind, müssen wir ihrer doch hier gedenken, da sie zugleich dazu beitragen, über den geistigen Zustand der Anhänger der Alchemie überhaupt ein Urtheil zu gestatten.

Fabelhafter Ursprung der Alchemie.

Die ältesten Alchemisten rücken das Datum des Ursprungs ihrer Kunst weit vor die Grenze aller historischen Kenntniß hinaus, und zählen sie zu den Geheimnissen, die nur durch übernatürliche Mittheilung den Menschen bekannt werden konnten. So z. B. der später noch zu erwähnende Zosimus, der um 400 lebte und in einem nur in Handschriften existirenden Werke *περὶ τῆς ἱερᾶς καὶ θείας τέχνης τοῦ χρύσου καὶ ἀργυρίου ποιήσιος* sich dahin ausspricht, daß himmlische Wesen, von Liebe zu irdi-

schen Frauen entbrannt, diesen alle ihre Geheimnisse mitgetheilt hätten, worunter auch die Kunst, Gold und Silber künstlich darzustellen, was als Chemie bezeichnet worden sei; eine Sage, welche wahrscheinlich aus der Verdrehung einer Stelle des alten Testaments (6. Kapitel des 1. Buches Moses) hervorging. Fabelhafter Ursprung der Alchemie.

Bald indeß sehen wir andere Ansichten über die Entstehung der Alchemie angenommen, und das Land des Ursprungs der Metallverwandlung wie den Namen des Entdeckers näher angegeben. Die meisten Alchemisten vereinigten sich dahin, aus Aegypten den Ursprung ihrer Kunst herzuleiten, und als ihren ersten Vorgänger erkennen sie einstimmig einen Hermes Trismegistos an. Hermes Trismegistus. Wie dieser Name in die Mythologie verwebt ist, dürfte es schwer sein, irgend eine haltbare Ansicht über die Existenz dieses Hermes aufzustellen, und auch die Alchemisten selbst geben zu, daß ihrem Stammherrn der griechische Name erst später zugelegt worden sein dürfte. Von Hermes, in einer Beziehung, die auf eine mit Chemie beschäftigte Person schließen lassen dürfte, spricht keiner der Alten. Der Neuplatoniker Jamblichos, um 280 n. Chr., kennt zuerst eine Persönlichkeit dieses Namens. In seiner Schrift über die Mysterien Aegyptens sagt er, nach Seleucus habe Hermes Trismegistos zwanzigtausend Bände über die allgemeinen Principien geschrieben; nach Manethon aber habe er sechsunddreißigtausendfünfhundertfünfundzwanzig Bände über alle Wissenschaften verfaßt. Von 400 n. Chr. wird nun der Name in allen alchemistischen Schriften erwähnt. Tertullian im 2. Jahrhundert schon nennt in ähnlicher Beziehung den lateinischen Namen; ihm ist Mercurius ille trismegistus magister omnium physicorum. Wer war nun der Mann, welchen die späteren Griechen als Hermes und die späteren Lateiner als Mercurius bezeichneten?

Die Antworten hierauf sind so verschiedenartig, als die Unbestimmtheit der Sache es immer nur vermuthen läßt, und gerade so ungenügend, wie dies immer da der Fall ist, wo ein abstracter Begriff, wie hier der Erfindungsgeist im Allgemeinen, später im persönlichen Sinne genommen ward, und einzelne Persönlichkeiten, in welchen jener Begriff besonders hervortrat, damit identificirt wurden. Daß Hermes in Aegypten gelebt habe, suchte man durch mannichfache Angaben zu unterstützen. Zu den Mysterien der Priester dieses Landes sollte die Ausübung der Scheidekunst mit gehört haben, wofür Stellen aus dem Diodor namentlich angeführt werden, nach welchem

Hermes Trismegistus.

die Aegypter das Feuer verehrt, in ihm das Princip der Erzeugung und Vollendung aller Dinge anerkannt, und namentlich die Einwirkung desselben auf Metalle gekannt haben sollen; ebenso die Angabe Plutarch's (um 100 n. Chr.), daß Aegypten früher Chemia genannt worden sei, wie denn später umgekehrt die Chemie oder vielmehr Alchemie oft als ägyptische Kunst bezeichnet wurde. — Die Identität des sogenannten Hermes Trismegistus mit irgend einem anderen Aegypter, der bei alten Schriftstellern genannt wird, aufzufinden, war ein ebenso oft versuchtes als stets bestrittenes und vergebliches Unternehmen. Einige wollen darunter einen König Thot oder Theuth verstanden wissen, dessen Zeit um 2700 v. Chr. gesetzt wird Der letztere Name kommt bei Plato einigemal vor, als der des Erfinders mannichfacher Wissenschaften und Künste, wie Arithmetik, Astronomie und Würfelspiel; auch berichtet Plato, daß die Aegypter diesem Theut die erste Unterscheidung der Vocale von den Consonanten zuschrieben. Aber nirgends findet sich eine Andeutung auf Beschäftigung, welche mit der Chemie im Zusammenhange stände. — Noch weniger Grund ist indeß, unter Hermes einen ägyptischen König Siphoas, 1900 v. Chr., verstehen zu wollen, oder Moses, oder wen sonst unter den in Aegypten Lebenden noch das Schicksal traf, jenes Persönlichkeit auf seine Rechnung nehmen zu sollen. — Andere gingen ganz von der Annahme ab, den Hermes in Aegypten aufzusuchen; man stellte die Vermuthung auf, der Hermes der Alchemisten möge wohl Adam sein, welche Annahme das für sich hat, daß dann ein älterer Alchemist nicht mehr aufgefunden werden kann; Andere glaubten, Chanaan oder Cham sei darunter verstanden, und stützten sich auf die Aehnlichkeit dieser Namen mit dem Worte Chemie und der alten Bezeichnung Aegyptens Chemia. Wenige nur glaubten das hohe Alterthum der Alchemie aufopfern, und in Hermes eine Person ähnlichen Namens aus verhältnißmäßig neuerer Zeit erblicken zu dürfen; Galen, um 100 n. Chr., berichtet nämlich von einem ägyptischen Priester Hermon als dem Entdecker mancher Methoden, Arzneien zu bereiten. Das paßt eher auf einen Anhänger der Alchemie; aber auch von diesem Priester Hermon weiß man nichts Genaueres, und wenn auch sein Name leicht in Hermes übergehen konnte und die Schriften, welche Clemens Alexandrinus (ein geborner Aegypter und etwa 100 Jahre nach Galen lebend) als hermetische anführt, ihm wahrscheinlich angehören, so wissen wir doch von seinem Antheil an der Alchemie soviel wie nichts, da zudem

die Inhaltsangabe des Clemens über jenes Schriften keinen Anhaltspunkt für eine derartige Beziehung bietet. Hermes Trismegistus.

Ich mußte bei diesem Hermes etwas länger verweilen, da die Ansichten über ihn zu den wesentlicheren der Alchemie gehören, die auch von ihm noch die Bezeichnung der hermetischen Kunst trug; wie denn an seinen Namen auch jetzt noch einige Kunstausdrücke, z. B. hermetischer Verschluß und ähnliche, erinnern. Ein genügendes Resultat ist bei dieser Untersuchung nicht zu erlangen; die Nachrichten über den Alchemisten Hermes sind um so dürftiger, je weiter wir zurückgehen; um so mehr nachweisbar falsch, je spätere Alchemisten wir befragen. Von dem 4. Jahrhundert an kennen wir den Namen in Beziehung zur Alchemie; im 11. theilt uns Hortulanus, einer der bedeutendsten damaligen Alchemisten, eine kurze Schrift als von Hermes herrührend sammt eigenem Commentare mit, aber ohne Angabe, wie ihm diese Schrift zugekommen sei, die unter dem Namen der tabula smaragdina große Berühmtheit erhielt; im 13. Jahrhundert erfahren wir aus einem dem Albertus Magnus zugeschriebenen Werke, daß Alexander der Große auf einem Zuge nach Aegypten des Hermes Grab entdeckt und eröffnet habe, und daß in diesem die tabula smaragdina gefunden worden sei. Im 17. Jahrhundert wurde gar ein phönicischer Urtext zu dieser Schrift fabricirt. So häuft sich dem, was wir eigentlich wissen, im Laufe der Zeit stets Mährchenhaftes zu, und wirft Unsicherheit auch auf die Angaben der früheren Autoritäten.

Von den angeblichen Schriften des Hermes interessirt uns hier nur die tabula smaragdina, weil sie bei den Alchemisten vom 11. Jahrhundert an im größten Ansehen steht. Hortulanus theilt sie zuerst in lateinischer Uebersetzung mit; ihr Inhalt ist: Tabula smaragdina.

Verum est sine mendacio, certum et verissimum: Quod est inferius est sicut id quod est superius. Et quod est superius est sicut id quod est inferius, ad perpetranda miracula rei unius.

Et sicut res omnes fuerunt ab uno, meditatione unius: sic omnes res natae fuerunt ab hac una re, adoptione.

Pater ejus est Sol, mater ejus est Luna. Portavit illud ventus in ventre suo. Nutrix ejus terra est. Pater omnis telesmi totius mundi est hic. Virtus ejus integra est, si versa fuerit in terram.

Separabis terram ab igne, subtile a spisso, suaviter, magno cum ingenio. Ascendit a terra in coelum, iterumque descendit in terram, et recipit vim superiorum et inferiorum.

Tabula smaragdina.

Sic habebis gloriam totius mundi. Ideo fugiet a te omnis obscuritas.

Haec est totius fortitudinis fortitudo fortis, quia vincet omnem rem subtilem, omnemque solidam penetrabit.

Sic mundus creatus est.

Hinc erunt adaptationes mirabiles, quarum modus est hic.

Itaque vocatus sum Hermes Trismegistus, habens tres partes Philosophiae totius mundi.

Completum est, quod dixi de operatione solis.

In welcher Sprache das Original geschrieben sein mag, wissen wir nicht. Einige Worte scheinen anzudeuten, daß diese lateinische Uebersetzung nach dem Griechischen gefertigt wurde. Wann die tabula smaragdina geschrieben wurde, wissen wir auch nicht; des Hortulanus Existenz im 11. Jahrhundert wurde von Einigen angefochten, und die ganze Schrift für ein Machwerk des 14. bis 15. Jahrhunderts, und somit alle früheren Commentare für untergeschoben, erklärt. Hiergegen indeß spricht Vieles. Aus des Raymund Lull (von welchem Hermes der Vater der Alchemisten genannt wird) anerkannt ächtem Codicill läßt sich deutlich nachweisen, daß diesem bereits jene lateinische Schrift wohlbekannt war; mehrere Sätze daraus führt Lull wörtlich an. Somit muß man wohl die tabula smaragdina für eins der älteren alchemistischen Denkmäler anerkennen, ohne daß man ihr ein so hohes Alter beizulegen braucht, wie dies in früherer Zeit geschehen ist.

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

Schon aus dem Vorhergehenden kann man entnehmen, wie sehr die Alchemisten daran hingen, den Ursprung ihrer Kunst möglichst weit hinauszurücken; es leitete dies Bestreben sie überhaupt, wenn sie von den Alchemisten früherer Zeit sprachen. Wenig gehörte dazu, um in ihren Augen als Inhaber der Kunst der Metallverwandlung zu gelten, wenn nur die betreffenden Personen recht lange vor ihnen gelebt hatten; die leiseste Andeutung auf irgend eine metallurgische Kenntniß oder irgend eine Handlung, die etwas Chemisches an sich hatte, genügte, um Aufnahme in die Liste der Alchemisten zu veranlassen. So zählten die Alchemisten Tubalkain zu zu den ihrigen, weil die Schrift ihn einen Künstler in Erz und Eisen nennt; Moses mußte Alchemist sein, weil er in der Wüste bittres Wasser in süßes zu verwandeln und zudem das goldne Kalb in eine trinkbare Flüssigkeit umzuschaffen wußte; Hiob war Alchemist, weil einer seiner Freunde nach Luther's Uebersetzung zu ihm spricht: Du wirst für Erde Gold geben, und für die Felsen goldne Bäche. Cleopatra paradirt als einge-

weiht in die heilige Kunst, weil sie eine Perle zu lösen wußte, wie die Geschichte erzählt. So scheinen auch die metallurgischen Kenntnisse, die sich der Evangelist St. Johannes möglicher Weise während seines Aufenthaltes in den Bergwerken zu Pathmos verschaffen konnte, Anlaß gegeben zu haben, ihn für einen Alchemisten zu halten. Wenigstens enthält die (im 12. Jahrhundert von Adam von St. Victor gedichtete) Hymne Gratulemur ad festivum, welche nach dem römischen Brevier am 27. December dem Heiligen zu Ehren gesungen wurde, auch die Lobpreisung: Angebliches hohes Alter der Alchemie.

Inexhaustum fert thesaurum
Qui de virgis fecit aurum
Gemmas de lapidibus;

was auch noch am Ende des 17. Jahrhunderts gläubig angenommen wurde, wie denn Becher den Johannes als alchemistische Autorität citirt, mit dem Bemerken, das Holz, aus welchem dieser Gold gemacht habe, möge wohl Tamariskenholz gewesen sein, da nach der Versicherung glaubwürdiaer Personen die Erde in der Nähe von Tamariskenstauden fast immer Gold enthalte.

Wir finden dieses Streben, den Ursprung der Alchemie möglichst weit hinauszurücken, wieder in der Beilegung neuerer Schriften an gleichnamige Personen aus viel älterer Zeit. Ich meine hier nicht die Unterschiebung von Schriften, sondern die oft absichtslose Verwechslung von Schriftstellern aus verschiedenen Zeitaltern. Mit der besten Ueberzeugung schrieb man die alchemistischen φυσικὰ καὶ μυστικὰ eines gewissen Democrits, welche sicher nicht vor dem 3. Jahrhundert unserer Zeitrechnung geschrieben sind, allgemein dem Democrit von Abdera zu und verlegte so ihre Abfassung in das 5. Jahrhundert vor Christus; die Schriften eines gewissen Aristoteles, die, wie aus einigen von ihnen selbst deutlich erhellt, im 11. Jahrhundert n. Chr. geschrieben sind, galten vielen als Reliquien des Stagiriten; ebenso kommt Plato in die Reihe der Alchemisten. Von einem Osthanes hat man einen Brief über die Alchemie, an Petasios gerichtet, einen armenischen König. An denselben hatte auch Olympiodoros, von Theben in Aegypten, der in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts zu Alexandria lebte, ein Sendschreiben gleichen Inhalts gerichtet, welches uns noch erhalten ist. Jener Osthanes ist somit seiner Zeit nach ziemlich bestimmt, aber doch wurde die obige Schrift von den Alchemisten gewöhnlich einem älteren Osthanes beigelegt, da Plinius eines Magiers

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

dieses Namens, der im Gefolge des Xerxes, und eines gleichnamigen späteren, der unter Alexander dem Großen gelebt habe, erwähnt. Die Werke einer gewissen Maria, welcher Name in alchemistischer Beziehung von ihrer Zeit nach bekannten Schriftstellern zuerst bei Georgios Syncellos um 800 eine Erwähnung findet, wurden Moses' Schwester Mirjam beigelegt, und fanden unter dem Titel: Excerpta ex interlocutione Mariae prophetissae, sororis Moysis et Aaronis, habita cum aliquo philosopho dicto Aros, de excellentissimo opere trium horarum, willige Käufer, die sich indeß doch gewundert haben müssen, Moses' Schwester über die Philosophie der Stoiker aburtheilen zu hören.

Haben die Alten Alchemie getrieben?

Solche Angaben über alchemistische Bemühungen vor dem Anfange unserer Zeitrechnung und in den ersten Jahrhunderten derselben werden von jeder genaueren Untersuchung als unzulässig zurückgewiesen; geschweige denn, daß man annehmen dürfte, zu dieser Zeit sei die Kunst der Metallverwandlung wirklich ausgeübt worden. Was die Nachrichten angeht, welche über derartige Bestrebungen bei den Chinesen schon in weit entfernter Zeit sprechen, so ist darauf wenig Gewicht zu legen, sofern Nichts von den Abendländern getrieben wurde, was nicht die früheren Forscher über die Chinesen bei diesen als etwas lange Bekanntes auffanden. So berichten frühere Missionäre, welchen in China selbst die dortigen geschichtlichen Denkmäler zur Benutzung vorlagen, daß bereits 633 v. Chr. dort ein Alchemist Li-Lio-Kim existirt habe; ein anderer will für die Zeit 2500 v. Chr. einen gewissen Hiang-Ti Alchemie treiben lassen u. s. w. — Aus welcher Zeit einige chinesische Schriften, welche alchemistischen Inhalts sind, stammen, ist nicht ausgemacht. Jedenfalls übte das, was die Chinesen wußten oder wollten, keinen Einfluß auf Förderung oder Verbreitung der Alchemie aus. — Für bekanntere Länder läßt es sich mit Bestimmtheit nachweisen, daß um die Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung dort in der Alchemie noch gar nicht, viel weniger mit Erfolg, gearbeitet wurde. Kein Schriftsteller jener Zeit gedenkt eines solchen Strebens, und die Stellen, welche hierfür zu sprechen scheinen, sind mißverstanden. Hätten die Aegypter die Kunst der Goldfabrikation schon früh gekannt, so hätten sie nicht von Staatswegen arme Bergwerke mit solcher Mühe bebaut, wie uns dies Diodor auf die Autorität des Agarthides von Knidos schildert, und diese Schlußfolgerung wird nicht durch die Erzählung des viel neueren Suidas (aus dem 11. Jahrhundert) aufgehoben, der in seinem Lexicon unter dem Artikel

χημεία angiebt, Diocletian habe bei seiner Eroberung des empörten Aegyptens (296 n. Chr.) die von den Vorfahren der Rebellen geschriebenen Bücher über die Chemie, d. h. über die künstliche Darstellung des Goldes und Silbers, aufsuchen und verbrennen lassen, um den Einwohnern die Mittel zu einem nochmaligen Aufstande zu entreißen; wenn gleich Viele aus dieser Stelle einen Beweis für das höhere Alter der Alchemie entnehmen zu können glaubten. — Bei den Griechen findet sich ebenfalls vor dem 4. Jahrhundert kein haltbarer Beweis für die Existenz alchemistischer Richtung. Plinius erzählt zwar, Kallias habe zu Athen aus Silber durch Zinnober Gold machen wollen, allein diese Stelle steht ganz vereinzelt als Beweis da, und die Sache selbst verhielt sich anders, wie uns Theophrast, der dem Plinius um drei Jahrhunderte vorherging und sein Gewährsmann ist, berichtet. Nach diesem vermuthete ein gewisser Kallias, der bei den Silberbergwerken angestellt war, im zinnoberführenden Sande Gold, seines Glanzes halber, und bei den Versuchen dies zu erhalten, erhielt er durch Schlämmen den schönen Farbestoff. Suidas erzählt zwar auch wieder unter dem Artikel δέρας, das goldne Vließ sei ein Fell gewesen, worauf das Geheimniß der Goldmacherei niedergeschrieben gewesen sei, und der Argonautenzug habe nur die Erbeutung dieser alchemistischen Schrift zur Absicht gehabt; aber dies Zeugniß wiegt offenbar nichts. — Was von der Alchemie der Römer gefabelt wurde, hielt ebenso wenig Stich; Caligula war kein Alchemist, weil Plinius von ihm erzählt, die Goldbegier habe ihn verleitet, große Massen Auripigment ausschmelzen zu lassen, wobei man Gold, aber zu wenig, als daß es die Kosten gedeckt hätte, erlangt habe, sondern es war dies nur ein metallurgischer Versuch; und was Unverständige aus den Redensarten aurum facere, aurum conficere u. a. haben schließen wollen, beweist ebensowenig die Existenz alchemistischer Bestrebungen bei den Römern.

Haben die Alten Alchemie getrieben.

Zuerst finden sich diese erwähnt bei den späteren Griechen, und die ersten unverwerflichen Zeugnisse dafür datiren aus dem 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Gleichzeitig mit der Sache wird da der Name genannt, ohne daß angezeigt wird, ob die erstere früher existirt habe, als der letztere. Dürftig nur ist die erste Nachricht, die wir darüber haben; den Namen der Sache nennt Julius Maternus Firmicus (um 340) in der oben (Seite 4) angeführten Stelle. — Nicht des Namens, wohl aber der Sache gedenkt The-

Historisch nachweisbar Ursprung Alchei

Historisch nachweisbarer Ursprung der Alchemie.

mistios Euphrades, ein griechischer Redner, der um 360 lebte, und von der Verwandlung des Kupfers in Silber und des Silbers in Gold als bekannten Dingen spricht. Inwiefern zu jener Zeit indeß manchmal noch Vergoldung und Versilberung mit Umwandlung in edle Metalle verwechselt worden sein mag, ist nicht mehr zu entscheiden; wahrscheinlich ist es, daß die Hervorbringung von gold- und silberfarbigen Metallgemischen den ersten Anlaß dazu bot, an eine künstliche Darstellung der edlen Metalle zu glauben, und daß dann die eigentliche Alchemie entstand in dem Bestreben, nicht allein die Farbe, sondern auch die anderen Eigenschaften der edlen Metalle jenen Kunstproducten zu eigen zu machen.

Ich habe eben die ersten Schriftsteller angeführt, bei welchen sich die Alchemie dem Namen und der Sache nach erwähnt findet; die genannten sind indeß nicht selbst Alchemisten; auch sprechen sie von dieser Kunst nur im Vorbeigehen. Eigentliche alchemistische Schriftsteller sind uns von dem Ende des 4. Jahrhunderts an bekannt, und die ersten umschlingt alle ein gemeinsames Band; sie stehen nämlich sämmtlich mit der Hochschule zu Alexandria, dem letzten Zufluchtsorte der ägyptischen geheimen Wissenschaften, in Verbindung. Ich habe bereits im I Theile (S. 41) bei der Einleitung zu dem Zeitalter der Alchemie besprochen, inwiefern man Ursache hat, Aegypten nicht bloß als den Hauptsitz der Alchemie zu dieser Zeit, sondern auch als den Ursprungsort derselben anzusehen; sicher ist, daß in Alexandrien von 400 bis zur Zerstörung der dortigen Akademie (642) Alchemie eifrig betrieben wurde.

Der angebliche Democrit.

Das älteste alchemistische Werk, dessen wir hier zu erwähnen haben, ist der Zeit seiner Abfassung nach nicht genau bestimmt; es sind dies die schon erwähnten *φυσικὰ καὶ μυστικὰ* eines angeblichen Democrit's. Von diesem Buche ist dem größeren Publikum nur eine lateinische Uebersetzung (aus dem 16. Jahrhundert) bekannt geworden, nach welcher denn auch eine deutsche ausgearbeitet wurde; der griechische Text selbst, von welchem die Pariser, die Leidner und die Wiener Bibliothek Handschriften bewahren, ist noch nicht edirt. Die *φυσικὰ καὶ μυστικὰ* sind seit 400 etwa bekannt; die Alexandrinischen Gelehrten jener Zeit erwähnen ihrer, und einer derselben, der sogleich zu besprechende Synesius, verfaßte damals schon einen Commentar über dieselben. Schon zu jener Zeit wußte man nichts Genaueres über den eigentlichen Verfasser dieser Schrift, wie daraus hervorgeht, daß man sie für ein Werk des Democrit's von Abdera hielt, eine Annahme, welcher wichtige Gegengründe entgegenstehen. Weder findet sich

eine diesem Buche entsprechende Angabe in den Mittheilungen, welche uns Diogenes Laertios um 200 n. Chr. über die Schriften des Abderiten gemacht hat, noch endlich stimmt, nach Salmasius' Zeugniß, die Sprache darin zu der Annahme eines so frühen Ursprungs. Wir können hiernach die Abfassung der φυσικὰ καὶ μυστικὰ nicht vor das dritte Jahrhundert setzen. Das Werk, übrigens, so weit es uns bekannt ist, verdient Beachtung hauptsächlich als erstes ausführliches Document der Alchemie; sein Inhalt ist unverständlich, da die Terminologie der Begriffe wie die Nomenclatur der zu den verschiedenen Processen verwandten Substanzen eine uns ganz fremdartige, meist nicht zu enträthselnde ist.

Der Commentator dieses Pseudodemocrits, Synesius, ist der erste alchemistische Schriftsteller, über dessen persönliche Verhältnisse wir sichrere Nachrichten haben. Er lebte um 400, studirte zu Alexandria, nahm das Christenthum an und wurde 410 Bischof zu Ptolemais. Sein Commentar hat für die Geschichte der Chemie hauptsächlich deßhalb Interesse, weil sich darin zuerst der Proceß der Destillation genau beschrieben findet. Sonst ist auch diese Schrift uns nicht verständlich, da seine Nomenclatur zwar die des Pseudodemocrits ist (was auch dafür zu sprechen scheint, daß er von diesem nur durch einen kurzen Zeitraum getrennt ist), aber für uns keine Verständlichkeit hat. Synesius.

An Synesius schließt sich eine Reihe von Alchemisten an, deren Schriften meist noch nicht edirt sind, und über welche deßhalb jedes Urtheil erschwert ist. Ich nenne zunächst hier nur Zosimus, der von seinem Geburtsorte Chammis oder Panopolis in der ägyptischen Thebais gewöhnlich den Beinamen des Panopoliten oder des Alten von Panopolis trägt; in welcher Zeit er gelebt habe, ist nicht mit genügender Gewißheit ermittelt; mit vieler Wahrscheinlichkeit läßt sich die erste Hälfte des 5. Jahrhunderts dafür annehmen, Andere jedoch wollen ihn in das Ende des 3. oder den Anfang des 4. Jahrhunderts setzen, was irrig zu sein scheint, da er, einer der berühmtesten Alchemisten, von Synesius noch nicht gekannt und erwähnt ist. Man hat von ihm Schriften περὶ ὀργάνων καὶ καμίνων (über chemische Geräthschaften und Oefen), περὶ τῆς ἁγίας τέχνης, περὶ τῆς χημείας u. a. — Um diese Zeit wird der Metallverwandlung auch schon oft von anderen Schriftstellern erwähnt, welche nicht selbst Alchemisten sind. So sagt z. B. der Neuplatoniker Aeneas Gazäos, welcher um 490 lebte, in seinem Werke: Theophrastus de immortalitate animae, von Zosimus.

Zosimus. welchem uns eine lateinische Uebersetzung aufbehalten ist: Qui materiae habent peritiam, argentum et stannum capiunt, ac, priore specie abolita, in aurum pulcherrimum conficiunt. — Es zeigt dies, wie der Begriff der Transmutation immer bekannter wurde.

Aus dem 6. Jahrhundert sind uns gleichfalls mehrere Namen von Alchemisten zugekommen. Nach dem, was von ihren Schriften bekannt geworden ist, sind sie mehr Abschreiber und Commentatoren des Zosimus, Synesius und anderer früherer, als selbstständige Forscher. Aus dem Anfange des 7. ist Stephanos Alexandrinos zu nennen, der um 615 zu Alexandrien lebte und *περὶ χρυσοποιΐας πράξεις ἔννεα* (neun Ausführungen von der Goldbereitung) schrieb.

Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert. Um die Mitte des 7. Jahrhunderts tritt für die Alchemie ein Wendepunkt ein, da ein anderes Volk zu dieser Zeit damit bekannt wird, welches sich dann durch alchemistische Bestrebungen in hohem Grade auszeichnet. Blicken wir zurück, was bis dahin die Alchemie eigentlich umfaßt, so können wir aus den dunklen Angaben der bisherigen Schriftsteller, die ihre Ansichten oft in die Form von Träumen und Visionen einkleiden, Folgendes entnehmen. Sie halten es für möglich, daß unedle Metalle in edle verwandelt werden können; in der Schrift des Pseudodemocrit's wird von einem Pulver gesprochen, was auf Silber geworfen dieses in Gold verwandele, und von einem andern, welches Kupfer in Silber umändere, und Zosimus spricht davon, wie schön es sei, die Verwandlung der Metalle in einander zu kennen, wie sich nämlich Blei, Kupfer, Zinn und Silber in vollkommnes Gold verwandeln. (*Κάλλιστον δέ ἔστιν ειδέναι τῶν τεσσάρων μετάλλων τὰς μεταβολὰς, ἤγουν τοῦ μολύβδου, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ κασσιτέρου, τοῦ ἀργύρου, ἵνα γένωνται τέλειος χρύσος.*) Ueber die Art, die Verwandlung zu bewerkstelligen, sind sie fast unverständlich; was sich hin und wieder deutlicher angegeben findet, werde ich weiter unten anzuführen bessere Gelegenheit haben; im Allgemeinen lassen sie mehr errathen, als sie sich darüber aussprechen, daß sie die Metallverwandlung selbst ausüben konnten. — Uebrigens scheint bei ihnen noch die Metallverwandlung hauptsächlich in einer Umänderung der Farbe bestanden zu haben; Galmei (der das Kupfer gelb) und Arsenik (der es weiß färbt) werden oft als Mittel erwähnt, die Transmutation zu bewerkstelligen; bei Pelagius, einem Alchemisten, welcher wahrscheinlich kurz nach Zosimus gelebt hat, heißt die Alchemie auch *ἡ βαφικὴ τέχνη* (die Färbekunst); wie denn überhaupt *ἡ βαφή* nicht bloß das Färben, sondern auch

die Veränderung eines Metalls, namentlich die Umwandlung des weichen Stahls in harten, bedeutete. Auf der Ansicht, daß Metallverwandlung hauptsächlich in Färbung bestehe, und daß das Färben der Metalle ähnlich wie das anderer Stoffe bewerkstelligt werden könne, scheint auch Synesius' Rath zu beruhen, das Innere des Metalls wiederholt herauszukehren, und sich nicht mit oberflächlicher Färbung zu begnügen. — Von dieser Ansicht stammt übrigens auch der eine Name her, welchen dann das Mittel, die unedlen Metalle in edle zu verwandeln (der Stein der Weisen) stets behielt: Tinctur. — Ueberhaupt bildet die Wahrnehmung, daß gewisse Stoffe die Farbe eines Metalls umändern, die Grundlage des ganzen Glaubens an Alchemie; aus der Analogie schloß man, wie man Kupfer goldgelb und silberweiß färben könne, so auch andere Metalle; wie man die Farbe verwandeln könne, so auch die übrigen Eigenschaften. In dieser Art entwickelte sich höchst wahrscheinlich der Begriff einer vollständigen Metallverwandlung. Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert.

Mit der Eroberung Aegyptens durch die Araber (640) beginnt ein neuer Abschnitt für die Alchemie. So wenig auch dies Volk bei seinem ersten Auftreten zu wissenschaftlicher Thätigkeit geneigt war, so entwickelte sich doch bald bei ihm Interesse für die Forschungen, welche in den unterjochten Ländern bisher betrieben worden waren. Mathematik, Astronomie und Alchemie waren hauptsächlich die Wissenschaften, welche die Araber sich aneigneten und beim Fortschreiten ihrer Eroberungen auf andere Länder übertrugen. Verbreitung der Alchemie zu den Arabern.

Die bedeutenderen Alchemisten der Araber habe ich bereits in dem I. Theile S. 51 — 58 besprochen, und verweise dahin. Dort finden sich ihre Ansichten mitgetheilt, und was einige Specialitäten noch angeht, so werde ich diese in dem Folgenden gehörigen Orts anführen. Hier haben wir hauptsächlich festzuhalten, daß bei den Arabern Verwandlung eines Metalls nur hinsichtlich der Farbe für ungenügend und trügerisch angesehen wird; vollkommene Verwandlung eines Metalls in das andere, nach allen Eigenschaften, wird verlangt und für möglich gehalten. Diese Verwandlung erscheint aber mehr nur als wissenschaftliches Problem, dessen Lösung sich die arabischen Alchemisten zu nähern versuchen; bei den bedeutenderen wenigstens wird nie die Metallverwandlung als durch eigene Erfahrung erkannt beschrieben.

Bis zum 9. Jahrhundert sind die Griechen, besonders aber die Alexandriner und die Araber, die einzigen Nationen, bei welchen wir Alchemie finden, Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

denn auch bei den ersteren dauerte diese Richtung noch nach der Zeit fort, wo sie den Arabern mitgetheilt worden war. Die Araber ihrerseits machten wieder andere Nationen damit bekannt. Die erste wahrscheinliche Angabe über Alchemie unter den Abendländern führt in das 9. Jahrhundert. Zwar wird uns schon aus dem 6. Jahrhundert der bekannte Merlin in England als Alchemist angeführt, aber die Zeugnisse für diese Kunst des geschickten Zauberers lassen sich nicht weiter zurück verfolgen, als bis in das 16. Jahrhundert, und die Männer, welche sie hier ablegen, scheinen es nur auf die Ueberzeugung hin zu thun, daß ein Zauberer auch nothwendig Gold machen können muß. — Glaubwürdiger erscheint die Angabe, daß Haimo, welcher als Bischof von Halberstadt 853 starb, ein Anhänger der Alchemie gewesen sei. Es war dieser von Geburt ein Angelsachse, ein Verwandter Beda's und Schüler Alcuin's, welchen letzteren er zur Vervollkommnung seiner Gelehrsamkeit nach Tours begleitete. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß sich zu seiner Zeit schon der Glaube an die Metallverwandlung aus Spanien nach Frankreich mitgetheilt hatte, und daß Haimo so zu Tours vielleicht in die Bestrebungen der Alchemisten eingeweiht worden sei. Sichere Entscheidung darüber ist nicht zu hoffen; alchemistische Schriften, die seinen Namen tragen, kommen in alten Klosterbibliotheken vor; nur wenige sind gedruckt. — Als ein anderer früherer Alchemist wird noch Hortulanus genannt, auch unter dem Namen Garlandus; er wird nach England in's 11. Jahrhundert gesetzt; von ihm her datirt sich die Kenntniß über die tabula smaragdina des Hermes.

Ueber solche einzelne Vorläufer der Alchemie im nordwestlichen Europa sind uns im Ganzen nur unsichere Nachrichten bekannt. Die byzantinischen Alchemisten scheinen nur geringen Einfluß auf diese Gegenden ausgeübt zu haben; denn obgleich in Griechenland die Alchemie immer noch blühte (wie denn z. B. der auch sonst bekannte Michael Psellus [geboren 1020, Lehrer des Kaisers Michael Ducas, gestorben 1110] eifriger Alchemist war und auch als Schriftsteller darin noch lange in einigem Ansehen stand), gewann sie bis zu 1200 etwa in Frankreich, Deutschland und England nur einzelne Anhänger. Die Kreuzzüge (von 1096 an) haben auf die Verbreitung der Alchemie keinen fördernden Einfluß gehabt. (Vergl. Bd. I. S. 59.) Zahlreicher wurden die Anhänger der Alchemie erst, als der wissenschaftliche Verkehr zwischen dem arabischen Spanien und den übrigen Ländern Europa's lebhafter wurde, als Wißbegierige aller Länder die arabischen Hochschulen

besuchten, und die dort gesammelten Kenntnisse in ihrem Vaterlande weiter ausbreiteten. So sehen wir im 13. Jahrhundert Alchemisten aus arabischer Schule in Spanien, Frankreich, Deutschland und England und gleichzeitig liefern uns diese Länder Männer, die zur Hebung der alchemistischen Richtung durch zuversichtlicheres Auftreten, als dies je vorher der Fall gewesen war, wesentlich beitragen. In Spanien erhob sich Raymundus Lullus, in Frankreich Arnold Villanovanus, in Deutschland Albertus Magnus, in England Roger Baco, sämmtlich um 1250 etwa ihre größte Wirksamkeit entfaltend. Das Nähere über sie ist uns schon aus dem I. Theile bekannt, und ich brauche hier nicht nochmals darauf einzugehen. Alle stimmen darin überein, die Metallveredlung nicht allein für möglich, sondern für ausgemacht zu erklären; sie angeblich aus eigener Anschauung zu beschreiben und mit der größten Zuversicht über die Bereitung des Mittels, Metallverwandlungen zu bewerkstelligen, zu sprechen; was sie nur für möglich halten konnten, beschreiben sie als Thatsache. Geheimnißvoll und unverständlich ist das Meiste, was sie vortragen; ihre specielleren Ansichten werde ich in dem Folgenden mehrfach Gelegenheit haben zu erwähnen.

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

In dem 14. Jahrhundert ist bereits die Alchemie über einen großen Theil der civilisirten Welt verbreitet. Zwar wurde die Kunst nicht mehr in Aegypten betrieben, und in Spanien minderte sich der Einfluß der Araber immer mehr und damit auch ihre wissenschaftliche Thätigkeit, aber an der Nordküste von Afrika, wo sie sich festhielten, arbeiteten sie noch am Ende des 15. Jahrhunderts eifrig an der Darstellung des Goldes aus unedlen Metallen (wie uns der gleichzeitige Leo Africanus berichtet), wenn auch keine Schriften von ihnen aus dieser Zeit bekannt geworden sind. — Die byzantinischen Griechen hörten erst mit der vollständigen Eroberung ihres Landes durch die Türken (1453) auf, als eifrige Alchemisten sich bekannt zu machen; aber auch später noch arbeiteten dort einzelne im Stillen unverdrossen fort. In Deutschland, England, Spanien, Frankreich und Italien erreichte das Streben, das Geheimniß der Alchemie zu ergründen, bald eine solche Höhe, daß schon 1317 eine päpstliche Bulle weiterer Ausbreitung durch Androhung schwerer Strafen ein Ziel zu setzen suchte. Wenig fruchtete diese indeß, und nur kurz war ihre Wirkung. Eine Menge Alchemisten traten in dem 14. Jahrhundert offenkundig auf, unter welchen die bereits im I. Theile erwähnten Nicolaus Flamel in Frankreich, Isaak und Johann Isaak Hollandus in den Niederlanden sich das größte Ansehen unter ihren Nachfolgern in der

Verbreitung der Alchemie in dem 14. Jahrhundert.

Verbreitung der Alchemie im 15. Jahrhundert.

Alchemie und theilweise angeblich großen Reichthum erworben haben. Aus dem 15. Jahrhundert wurden die gleichfalls schon genannten Georg Ripley und Thomas Norton in England, Graf Bernhard von Trevigo in Italien als Meister in der Alchemie besonders berühmt; und auch der sie an chemischen Kenntnissen sicher, an Geschicklichkeit in der Alchemie nach der Meinung der meisten Anhänger dieser Kunst ebenfalls übertreffende Basilius Valentinus ist uns schon genauer bekannt. Alle diese sprechen von der Umwandlung der unedlen Metalle in Gold und Silber als aus eigener Erfahrung. — Um die Mitte des 15. Jahrhunderts gewinnt die Alchemie noch mehr Land; ein polnischer Mönch, Vincenz Koffsky, der 1488 zu Danzig starb, ist der erste Alchemist sarmatischer Nation.

Zustand der Alchemie im 16. Jahrhundert.

Im 16. Jahrhundert erhält die Chemie, welche bis dahin nur der Alchemie gedient hatte, eine neue Anwendung. Bis hierher waren alle Chemiker Alchemisten; jetzt kommt die Chemie mit der Medicin in näheren Zusammenhang, und die Chemie selbst in die Hände und Pflege der Aerzte. Paracelsus bewirkte diese Veränderung, indem er zuerst mit Keckheit die Medicin als angewandte Chemie betrachtete, vorschnell und großsprecherisch aus einzelnen Thatsachen allgemeine Behauptungen folgerte, und ein System andeutete, welches, in sich unhaltbar, doch einen folgereichen Einfluß auf den Gesammtzustand der Medicin und Chemie ausübte. Paracelsus selbst ist in Bezug auf Alchemie, wie fast immer, sich widersprechend, und ich habe seine hierher gehörigen Aeußerungen bereits (Thl. I. S. 97) angeführt. — Seine Nachfolger sind in ihren Behauptungen consequenter. Es tritt jetzt, wie wir dies schon in der allgemeinen Geschichte kennen gelernt haben, die Verschiedenheit von der früheren Zeit ein, daß die besten Chemiker nicht mehr Alchemisten von Profession sind, sondern daß Chemiker und Alchemisten sich mehr und mehr von einander absondern. Alle uns als die ausgezeichnetsten schon bekannt gewordenen Chemiker dieser Zeit, Libavius noch im 16., van Helmont und Sylvius de le Boë in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, wie alle anderen, erkennen noch die Möglichkeit der Metallverwandlung an, einige aus eigener Anschauung, andere aus theoretischen Gründen oder weil ihnen schon die historischen Beweise dafür genügen; aber keiner setzt sich die Realisirung zur höchsten Aufgabe, keiner sagt, daß er wisse, wie die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold oder Silber zu bewerkstelligen sei. Dafür schwärmen während dieser Zeit eine Menge eigent-

licher Alchemisten umher, die, ohne Chemiker zu sein, sich als Besitzer des Geheimnisses rühmen. Von ihnen später.

In der Mitte des 17. Jahrhunderts tritt eine neue Epoche für die Chemie ein; Robert Boyle stellt sie zuerst als eine selbstständige Wissenschaft dar. In Bezug auf Alchemie ändert sich hiermit wenig; Boyle selbst scheint, so viel sich aus seinen kargen Andeutungen entnehmen läßt, an die Möglichkeit der Metallverwandlung geglaubt zu haben; der bedeutendste Chemiker, welchen wir für Deutschland in jener Zeit kennen lernten, Kunkel, beschäftigte sich selbst mit der Aufsuchung der Mittel, sie zu bewerkstelligen. Zustand der Alchemie im 17. Jahrhundert.

So sind wir bis zum Jahre 1700 etwa gekommen. Ueber den ganzen Zeitraum von 700 bis dahin habe ich nur einen kurzen Ueberblick gegeben, theils weil wir vieles dahin Gehörige schon aus dem I. Theile kennen, theils weil uns die specielleren Eigenthümlichkeiten gleich klarer noch vortreten werden. Halten wir zunächst fest, daß um 1700, so weit überhaupt die Civilisation damals reicht, Alchemie betrieben wird, daß aber die eigentlichen Chemiker sich mit ihr gar nicht oder nur wenig beschäftigen, obgleich sie das Princip, die Möglichkeit der Metallverwandlung, alle anerkennen. Die Alchemie ist zu dieser Zeit in ihren Begriffen zu einer solchen Consolidation gelangt, daß es nunmehr zum deutlicheren Verständniß derselben, und um zugleich über ihre Schicksale während der vorhergehenden Jahrhunderte zu berichten, besser erscheint, die eigenthümlichen Ansichten einzeln zu betrachten, und dazu wollen wir übergehen.

II. Alchemistische Ansichten über den Stein der Weisen.

Namen und Begriff der Alchemie.

Um 1700 ist die Alchemie unter vielfachen Benennungen verbreitet. Aus den Benennungen ἅγια oder θείη τέχνη der Byzantiner (welche sich seit Zosimus oft gebraucht finden) ist in alle Sprachen der Ausdruck die heilige Kunst übergegangen. Die Benennung der Griechen indeß, χρυσοποιΐα, Goldmacherei (welche sich seit Stephanus Alexandrinus um 615 findet), wurde in späteren Zeiten, namentlich in Deutschland, nur im mißbilligenden Sinne gebraucht. Von ihrem Ursprunge hieß die Alchemie oft noch die hermetische oder ägyptische Kunst, von ihrer Methode, welche Trennen (σπάειν) und Vereinigen (ἀγείρειν) ist, die spagirische Kunst. Der Ausdruck Kunst oder Werk der Sonne (ars solis in der lateinischen Uebersetzung des Synesius, operatio solis in der tabula smaragdina) veraltete bald. Der Griechen Bezeichnung Chemie hatten die Araber ihren Artikel angehängt, und die Bezeichnung Alchemie stand um 1700 schon im Gegensatz zu dem Worte Chemie, erstere die Kunst Metalle zu veredeln bezeichnend, letztere die Kenntniß von der Zusammensetzung im Allgemeinen ausdrückend. — Ganz allgemein wird aber auch die Alchemie als Philosophie bezeichnet.

Die sich mit ihr beschäftigen, hießen im Allgemeinen Alchemisten, Philosophen, Spagiriker; man unterschied als Adepten (adipisci, erlangen) diejenigen, welche das Geheimniß der Metallveredlung wirklich zu erforschen gewußt haben und im Besitze desselben sind.

Betrachten wir nun die Ansichten der Alchemisten über die Metallveredlung genauer.

Nach ihnen giebt es eine Substanz, welche, mit schmelzenden unedlen Metallen in Berührung gebracht, diese augenblicklich in Gold verwandelt. Die Darstellung dieser Substanz ist Zweck und Aufgabe der Alchemie. Die Substanz selbst heißt der Stein der Weisen, eine Benennung, die seit dem 9. Jahrhundert mit einiger Wahrscheinlichkeit, seit dem 11ten mit Gewißheit dafür in Gebrauch ist. Sonst heißt sie auch das große Elixir (Elixir überhaupt ein durch Sieden [elixare] erhaltenes Product)[1], das große Magisterium (Meisterstück), die rothe Tinctur (weil sie die Farbe der unedlen Metalle in die des Goldes umändert, vergl. oben Seite 155). Die Medicin der dritten Ordnung nennt sie Geber im 8. Jahrhundert. Ansichten über den Stein der Weisen.

Diese Substanz kann nach Ansicht der Alchemisten in verschiedener Stärke bereitet werden. Die Wirkungsart des Steins der Weisen auf unedle Metalle ist eine dynamische; es wird weit mehr Gold erzeugt, als die zur Verwandlung angewandte Masse des Steins der Weisen beträgt. Je nach dem Grad der Augmentation, wie es die Alchemisten nennen, d. h. der Steigerung der eigenthümlichen Kraft, kann Ein Gewichtstheil des Steins zwei bis einige Billionen Gewichtstheile unedles Metall in Gold verwandeln. Ueber die Wirkung je nach dem Grade der Vollkommenheit.

Die Alchemisten sind nicht ganz darüber einig, durch welche Wirkungen sich ein minderer Grad von Vollkommenheit des Steins der Weisen kund thut. Einige nehmen an, in seiner größten Vollkommenheit dargestellt verwandle dieser jedes unedle Metall in jedem Mengeverhältniß in Gold; in diesem Zustande wird der Stein der Weisen das Universal genannt; in minderer Vollkommenheit aber verwandle er nur Ein bestimmtes unedles Metall, und von diesem nur eine begrenzte Menge; im letzteren Falle heißt er ein Particular.

Andere aber versichern, auf niederer Stufe der Vollkommenheit verwandle der Stein der Weisen die unedlen Metalle nicht in Gold, sondern in Silber. Wenigstens ist der Grad der Vollkommenheit der einzige innere Un-

[1]) Diese Ableitung scheint mir ungezwungener, als die von einigen Anderen gegebene, wonach Elixir aus dem Arabischen el-Kesir, was soviel als Essenz bedeute, entstanden sei. Doch ist zu bemerken, daß Albertus Magnus im 13. Jahrhundert bereits sagt: Die Tinctur, welche im Arabischen Elixir genannt wird; aber es heißt dies vielleicht nur soviel, daß der Ausdruck Elixir bei (in's Lateinische übersetzten) arabischen Schriftstellern vorkommt.

Ueber die Wirkung des Steins der Weisen je nach dem Grade der Vollkommenheit.

terschied, welchen diese zwischen dem eben besprochenen Stein der Weisen und der andern Substanz anzugeben wissen, die sie als weiße Tinctur, kleines Elixir oder kleines Magisterium bezeichnen. Schon Synesius spricht von dieser zweifachen Verwandlungsart, in Gold nämlich oder in Silber; er bezeichnet diese Operationen als Werk der Sonne (des Goldes) und des Mondes (des Silbers), er nennt die erstere ξάνθωσις (die Kunst gelb zu färben), die letztere λεύκωσις (die Kunst weiß zu färben). Spätere Alchemisten sprechen hauptsächlich von der Verwandlung in Gold; Geber im 8. Jahrhundert kennt nur Eine Medicin der dritten Ordnung, ob er gleich auch der Verwandlung in Silber, aber nur kurz, erwähnt. Er äußert sich darüber in der Summa perfectionis magisterii: Est autem hujus tertii ordinis medicina duplex, scilicet solaris et lunaris, et tamen essentia una. Im 13. Jahrhundert sagt Albertus Magnus in der Alchymia: Inveni esse possibilem transmutationem in Solem et Lunam. Roger Baco im Speculum alchymiae: Rubrum elixir citrinat in infinitum. ac omnia metalla transmutat in aurum. Album vero elixir dealbat. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus im 13. Jahrhundert, Paracelsus im 16., sprechen hauptsächlich von der Verwandlung in Gold. Transmutationsgeschichten in Silber kommen überhaupt sehr wenig vor.

Aeußere Eigenschaften des Steins der Weisen.

Wir wollen uns nun zur Betrachtung der Eigenschaften wenden, welche dem eigentlichen Stein der Weisen, dem goldmachenden, beigelegt wurden. Vor dem 13. Jahrhundert wird er sehr selten nur als aus eigener Anschauung beschrieben. Der angebliche Democrit spricht von einem rothen Pulver zur Darstellung des Goldes, von einem weißen zur Umwandlung in Silber. Geber im 8. Jahrhundert giebt an, die Medicin der dritten Ordnung sei vollkommen feuerbeständig, aber die Zulegung dieser Eigenschaft erscheint bei ihm doch mehr als theoretische Folgerung, denn als eigene Wahrnehmung. Zuversichtlicher beschreiben ihn die Alchemisten von 1200 an. Raymund Lull nennt ihn manchmal Carbunculus, mit welcher Andeutung seiner äußeren Eigenschaften spätere Beschreiber gut übereinstimmen. Paracelsus im 16. Jahrhundert beschreibt ihn als eine sehr fixe Substanz, in Masse sei er lebhaft roth wie Rubin und durchsichtig wie ein Krystall, er sei biegsam wie Harz und doch zerbrechlich wie Glas; gepulvert gleiche er dem Safran. Auch van Helmont im 17. Jahrhundert beschreibt ihn nach eigener Anschauung als ein schweres Pulver von Safranfarbe; schim-

mernd wie nicht ganz feingestoßenes Glas. Dies sind die bedeutendsten Gewährsmänner, welche über die äußeren Eigenschaften des Steins der Weisen Mittheilungen gemacht haben; Andere sprechen von einem pfirsichblüthfarbenen Pulver, noch Andere wollen wahrgenommen haben, daß sein Pulver grau aussehe. Aeußere Eigenschaften des Steins der Weisen.

Wie die silbermachende Substanz aussieht, darüber haben wir nur wenig Angaben, da ihrer überhaupt seltener erwähnt wird. Die sie gesehen haben wollen, versichern alle, daß sie ein weißes glänzendes Pulver sei.

Der Stein der Weisen nun hat die Eigenschaft, unedle Metalle in Gold zu verwandeln. Wie die Verwandlung geschieht, darüber äußern sich die älteren Alchemisten nicht. Die des 13. Jahrhunderts sind wieder die ersten, die hier genauere Anweisung geben. Man schmilzt das unedle Metall oder nimmt Quecksilber, und wirft dann den Stein der Weisen darauf; diese Operation heißt bei den Alchemisten die Projection. Im Augenblick derselben wird die ganze Masse unedlen Metalls in Gold verwandelt; nach manchen Beschreibungen indeß muß das Schmelzen noch fortgesetzt werden, und die Verwandlung tritt erst allmälig ein. In den Erzählungen über Metallverwandlungen wird auch oft sehr genau geschildert, wie z. B. schmelzendes Blei bei der Projection plötzlich hart wurde, obgleich der Hitzegrad derselbe blieb, und wie man das Feuer verstärken mußte, um das veränderte Metall wieder zum Schmelzen zu bringen. Metallveredelnde Wirkung des Steins der Weisen.

Wieviel von dem Stein der Weisen muß man aber aufwerfen, um ein gegebenes Gewicht unedlen Metalls zu veredlen? Darüber sind die Angaben der Alchemisten verschieden; um so weniger bedarf es, sagen sie, je vollkommener die Substanz des Steins der Weisen ist; um so weniger, scheint es uns, wird als erforderlich angegeben, je exaltirter und frecher der Charakter jedes einzelnen Alchemisten ist. Vervielfältigende Kraft.

Der Glaube an eine vervielfältigende Kraft des Steins der Weisen, wie man seine Eigenschaft, eine größere Quantität unedlen Metalls als seine eigene in Gold zu verwandeln, bezeichnet, ist offenbar wieder aus der Meinung entstanden, Aenderung der Farbe sei ein Anfang zur Veränderung der Materie; weil eine kleine Menge des färbenden Stoffes hinreicht, einer viel größeren Quantität einer andern Substanz ihre Farbe mitzutheilen.

Der Erste, welcher über die vervielfältigende Kraft bestimmte Angaben mittheilt, ist Roger Baco. Nach ihm verwandelt 1 Gewichtstheil des Steins

Vervielfältigende Kraft des Steins der Weisen.

der Weisen 1000 × 1000 Gewichtstheile unedles Metall. Bescheidener giebt Arnold Villanovanus fast gleichzeitig nur 100 Gewichtstheile an. Beide überbietet weit Raymundus Lullus, bei dem sich zuerst die Angabe findet, der Stein der Weisen könne zu einer solchen Vollkommenheit gebracht werden, daß er unedle Metalle nicht allein in Gold umändert, sondern daß er sie noch höher veredelt, sie sich assimilirt und in den Stein der Weisen verwandelt. »Nimm,« sagt er in seinem Testamentum, »von der köstlichen Medicin so groß wie eine Bohne. Wirf es auf 1000 Unzen Quecksilber, so wird dies von der Medicin in ein rothes Pulver verwandelt. Von diesem giebt man eine Unze auf 1000 Unzen Quecksilber, so tritt die gleiche Verwandlung ein.« So wiederholt man die Operation noch zweimal; jede Unze des Products verwandelt 1000 Unzen Quecksilber in Tinctur. Von dem Product der vierten Projection soll man wieder 1 Unze auf 1000 Unzen Quecksilber werfen, so werde dies in Gold verwandelt, welches besser sei als das aus den Bergwerken. — Das ist eine Verwandlung von einigen Tausend Billionen Gewichtstheilen unedlen Metalls in Gold, durch Wirkung von Einem Gewichtstheil der ursprünglichen Tinctur. Nach solchen Versicherungen kann man keine Verwandlung mehr wunderbar finden, was die Menge des verwandelten Metalls betrifft, und Lull's Ausruf: Mare tingerem (wollte ich in Gold verwandeln), si Mercurius esset, erscheint gar nicht mehr übertrieben.

Gestehen wir indeß, daß Lull der einzige Alchemist ist, der sich in solchen Behauptungen gefällt. Alle anderen sind bescheidener in ihren Versicherungen. In dem 14. Jahrhundert spricht J. J. Hollandus nur von 1000 × 1000 Theilen Blei oder Silber, die durch Einen Theil der Tinctur sich in Gold verwandeln lassen, in dem 15. bringt es zwar der Graf Bernhard von Trevigo wieder bis zu 10 × 1000 × 1000, aber die späteren geben immer nur verhältnißmäßig geringe Verwandlungskraft an. Basilius Valentinus um 1500 will 10 bis 30 Theile unedlen Metalls durch 1 Theil des Steins in Gold verwandelt haben; 1618 van Helmont 19000; Kunkel in der 2. Hälfte des 17. Jahrh. spricht von nur 2 Theilen; der letzte anerkannte Adept, James Price in England 1782, wollte eine Tinctur gehabt haben, welche ihr 30 bis 60faches Gewicht Quecksilber in Gold verwandelte.

Beweise für die Metallverwandlung.

Worauf aber gründet sich die Fähigkeit des Steins der Weisen, solche Umwandlungen zu bewirken, und worauf gründet sich der Glaube der Alche-

misten an diese Eigenschaft im Allgemeinen? Denn auch nach ihrer Meinung war es nur Wenigen vergönnt, in das Geheimniß einzudringen und sich durch Autöpsie von der Richtigkeit der Sache zu überzeugen. Beweise für die Metallverwandlung.

Der Glaube an die Möglichkeit der Metallveredlung entstand höchst wahrscheinlich, wie schon oben S. 155 hervorgehoben wurde, dadurch, daß man Legirungen darstellte, welche die Farbe des Goldes oder Silbers hatten. In den entfernteren Zeiten, wo die Prüfungsmethoden noch höchst unvollkommen waren, glaubte man vielleicht schon hiermit wirklich Gold oder Silber erlangt zu haben. Zink giebt dem Kupfer eine goldgelbe, Arsenik eine silberweiße Farbe. Diese Erfahrungen haben höchst wahrscheinlich den Grund zu allen alchemistischen Bestrebungen gelegt; die Alchemisten früherer Zeit betrachteten sie als wirkliche Verwandlungen. So sagt Geber im 8. Jahrhundert, das Kupfer stehe in der Mitte zwischen Gold und Silber und lasse sich ebenso leicht in das eine wie in das andere verwandeln, und meint mit Cadmia (einem Zinkerz) und Arsenik den Anfang einer Verwandlung zu bewerkstelligen. So auch giebt der heilige Thomas von Aquino im 13. Jahrhundert an, um Kupfer in Silber zu verwandeln, solle man das erstere mit Arsenik weiß färben und es mit der Hälfte seines Gewichts Silber zusammenschmelzen. Hier wird noch stets Veränderung der Farbe als Veränderung der Materie, als anfangende Verwandlung, betrachtet.

Mit der Zunahme chemischer Kenntnisse mußte man indeß bald den Unterschied zwischen Legirungen von der Farbe des Goldes oder Silbers und diesen Metallen selbst erkennen, und nun begann das Streben, nicht allein die Farbe sondern auch alle sonstigen Eigenschaften eines Metalls zu denen eines andern zu machen. Begreiflich mußte ein solches Verfahren um so leichter erscheinen, je ähnlicher sich bereits die beiden Metalle, das gegebene und das hervorzubringende, in ihren Eigenschaften sind. In Bezug hierauf sagt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert, aus dem Silber entstehe leichter Gold als aus jedem andern Metalle, denn in ihm brauche man nur Farbe und Gewicht abzuändern, und das geschehe ohne Mühe.

Der Glaube an die Möglichkeit einer solchen Verwandlung stützte sich besonders auf die Ansicht, daß die Metalle zusammengesetzt seien, so nämlich, daß sie alle aus denselben Bestandtheilen in verschiedenen Proportionen und von verschiedener Reinheit bestehen. Ich habe über diese Theorie schon im I. Theile (S. 44 ff.) berichtet; erinnern wir uns, daß man seit Geber als Theoretische Beweise.

Theoretische Beweise für die Metallverwandlung.

Bestandtheile der Metalle einmal das Princip der Malleabilität und des Metallglanzes ansah, welches man mit dem Namen Quecksilber bezeichnete, und sodann das Princip der Veränderlichkeit und namentlich der Verbrennlichkeit, dem der Schwefel als der verbrennlichste Körper seinen Namen lieh. Empirische Beweise für diese Zusammensetzung glaubte man gleichfalls zu haben, z. B. daß Quecksilber mit Blei vereinigt wahres Zinn gebe u. s. w., wie ich dies schon bei der Schilderung von Geber's Ansichten (Thl. I. S. 55) erwähnt habe und in der Geschichte der Ansichten über die Metalle noch ausführlicher angeben werde. Wenn nun, so schloß man, edle Metalle sich von Gold nur dadurch unterscheiden, daß in ihnen zu viel Quecksilber oder Schwefel enthalten ist, so muß es ein Mittel geben, den Ueberschuß des einen Bestandtheils über die Zusammensetzung des Goldes zu entfernen. Diese Theorie war für die damalige Zeit gar nicht unvernünftig; die Alchemisten betrachteten den Stein der Weisen als ein Ferment, sie verglichen geradezu die Wirkung desselben mit der des Sauerteigs (diese schöne, oft vorkommende Vergleichung finde ich zuerst bei dem Hortulanus im 11. Jahrhundert); durch eine Art Gährung wird eine Umsetzung der Bestandtheile der unedlen Metalle, eine Abscheidung des, im Vergleich zu der Zusammensetzung des Goldes, im Ueberfluß vorhandenen Bestandtheils, und so die Entstehung dieses edlen Metalls bewirkt.

Empirische Beweise.

Sodann auch fanden die Alchemisten Beweise für die Metallverwandlung in anderen Thatsachen, die vollkommen richtig waren, aber auch wieder von ihnen falsch interpretirt wurden. Die Scheidekunst stand in den ersten Zeiten der Alchemie, und noch bis zu 1600, auf einer sehr niedrigen Stufe; kleine Mengen eines Metalls in Erzen nachzuweisen, war der Mehrzahl der Chemiker unmöglich; daß ein Metall in einer salzartigen Verbindung, in einer Form, die auf keinen Metallgehalt schließen läßt, schon ganz gebildet seiner Natur nach enthalten sei, wurde erst im Anfange des 17. Jahrhunderts genauer erkannt. Darauf gründete sich nun eine Menge von Beweisen für die angeblich künstliche Hervorbringung von Metallen. Geber erzählt schon, daß der Sand gewisser Flüsse die Eigenschaft habe, Kupfer in Gold zu verwandeln; kleine Kupferstücke der Einwirkung dieses Sandes, des fließenden Wassers und der Sonne ausgesetzt, verwandelten sich in Gold. Die wahre Sache ist hier augenscheinlich, daß sich das Kupfer dabei oxydirt und seinen Metallglanz verliert, der im Flußsande enthaltene Goldstaub aber durch das

Empirische Beweise für die Metallverwandlung.

wiederholte Waschen (Schlämmen) sichtbar wird. — In dem blauen Vitriole vermutheten nur wenige Chemiker bis zu 1600 einen Gehalt an Kupfer, und von dem 15. Jahrhundert an finden wir die Fällung des Kupfers aus einer Vitriollösung durch metallisches Eisen als einen Beweis für die Verwandlung des Eisens in Kupfer angeführt. Paracelsus und Libavius im 16., der bekannte Wittenbergische Arzt Daniel Sennert im 17. Jahrhundert führen das Factum in dieser Beziehung gläubig an. — Zu Ende des 17. Jahrhunderts glaubte Becher Sand in Eisen verwandeln zu können, da er aus rothem (eisenhaltendem) Lehm, wenn er ihn mit Oel getränkt glühte, Körner bekam, die dem Magnet folgten. — Endlich gab man noch viele Processe an, wodurch jeder sich selbst von der Möglichkeit, unedle Metalle in edle zu verwandeln, überzeugen konnte; es beruhten auch diese darauf, daß Substanzen mit in Arbeit genommen wurden, die immer oder meist einen kleinen, nicht leicht wahrnehmbaren Gehalt, an edlen Metallen haben. Schon einer der eifrigsten Alchemisten des 15. Jahrhunderts, Basilius Valentinus, machte darauf aufmerksam, daß fast alles käufliche Blei einen Gehalt an Silber hat, daß das Mannsfeldische Kupfer gleichfalls stets Silber und das ungarische Silber stets Gold enthält, wenngleich in sehr geringer Menge. Zu seiner Zeit bereits gab es Alchemisten, welche diese Substanzen bei ihren Arbeiten benutzten, und die kleine Menge abgeschiedenen edlen Metalls für die Wirkung einer anfangenden Verwandlung hielten. Beispiele, wo Unwissenheit in der analytischen Chemie zur Stütze alchemistischer Ansichten wurde, gab es bis in die neuere Zeit. Der berühmte französische Chemiker Homberg glaubte 1709 Silber, das von allem Gold gereinigt war, in Gold umwandeln zu können, indem er es mit Spießglanz schmolz; das aus dieser Behandlung erhaltene Silber zeigte immer einen deutlichen, wenn auch kleinen, Goldgehalt. Viele Chemiker wiederholten diese Versuche mit gleichem Erfolg, bis endlich entdeckt wurde, daß fast alles natürlich vorkommende Spießglanz einen geringen Gehalt an Gold hat, welches sich dann bei der chemischen Behandlung mit dem Silber vereinigte. Noch 1783 kam ein ähnlicher Fall vor. Ein Apotheker Cappel zu Copenhagen gab an, daß durch Behandlung von chemisch reinem Silber mit Arsenik dieses theilweise in Gold verwandelt werde. Unter den Chemikern, welche die Sache bestätigt fanden, nenne ich hier nur den berühmten Guyton de Morveau, welcher 1786 sich gleichfalls für die Richtigkeit der Angabe aussprach. Die Alchemisten jubelten ob ihres Sieges, denn zu jener

Empirische Beweise für die Metallverwandlung.

Zeit wurde die Möglichkeit ihrer Kunst schon sehr bezweifelt, aber die Freude hatte bald ein Ende, als der österreichische Bergrath von Born 1787 fand, daß man bei Anwendung von Salzburger Arsenik, der damals im Handel vorzugsweise verbreitet war, allerdings güldisches Silber erhält; aber nicht mit böhmischem Arsenik; aus dem Grunde, weil in dem letzteren nicht wie in dem ersteren ein kleiner Goldgehalt verborgen ist. So stellten sich viele Particulartransmutationen als Folgen der Unwissenheit in der Chemie oder der Nachlässigkeit in der Prüfung der angewandten Materialien heraus. — Geschicktere Chemiker hatten noch andere empirische Beweise. So z. B. gründete sich Kunkel's Ueberzeugung von der Möglichkeit der Metallverwandlung hauptsächlich auf Versuche über die Abänderung der Farbe des Goldes, je nach dem Erhitzen mit verschiedenen Substanzen. Seine Ansicht, wie sie sich hiernach feststellte, sprach er in seinem Laboratorium chymicum aus. Durch Erhitzen mit Salmiak erhöhte er die Farbe des Goldes bis zum Rothgelben, durch Schmelzen mit Borax machte er dasselbe Gold ganz bleich. Dies zeigt nach Kunkel ganz unwiderleglich, daß eine Veränderung in der Mischung des Goldes stattgefunden habe, also eine anfangende Metallverwandlung.

Historische Beweise.

Ihrerzeit galten alle solche Erscheinungen, auch die oben besprochenen, sich auf Unkenntniß in der chemischen Analyse gründenden, als Zeugnisse für die Richtigkeit der Alchemie. Es wurde diese noch weiter erhärtet durch die historischen Beweise für Verwandlungen in großem Maßstabe, die man in Menge anzuführen wußte. Von der großen Menge von Transmutationen, die mehr oder weniger den Anschein von Glaubhaftigkeit haben, will ich nur einige der merkwürdigsten aus neuerer Zeit mittheilen.

Diejenige Autorität, welche unter allen Alchemisten am gewichtigsten für die Möglichkeit der Transmutation spricht, ist van Helmont. Als Arzt und Chemiker ausgezeichnet, stand er überdieß im besten Rufe einer oft sehr weit getriebenen Gewissenhaftigkeit. Er beschreibt in mehreren seiner Schriften die Verwandlung von Quecksilber in Gold mittelst einer kleinen Menge des Steins der Weisen. Van Helmont arbeitete nicht selbst an der Darstellung dieser Substanz, aber er erhielt mehrmals von unbekannt gebliebenen Alchemisten kleine Proben davon. 1618 namentlich wurde ihm 1/4 Gran von dem kostbaren Körper zugestellt; hiermit verwandelte er 8 Unzen Quecksilber in vollkommen reines Gold. Dieses Factum erzählt er zu wiederholten

Malen; die Geschichte dieser Metallverwandlung ist eine der merkwürdigsten, über die uns Mittheilungen gemacht sind; es ist schwer einzusehen, wie van Helmont sich täuschen konnnte, da er ein guter Chemiker war; wie ein Betrug geschehen konnte, da in seinem Hause, ohne Beisein des Alchemisten, von welchem die Substanz herrührte, die Operation geschah. Es gehört dies Factum zu denen, wie sich in der Geschichte der Wissenschaften mehrere finden, wo es Einem fast ebenso schwer wird, die Möglichkeit einer Täuschung anzunehmen, als an die Wahrheit der Sache selbst zu glauben.

Historische Beweise für die Metallverwandlung.

Van Helmont ist der berühmteste Chemiker, welcher sich für die Existenz des Steins der Weisen ausgesprochen hat und dem dabei eine gewisse Unbefangenheit zuzutrauen ist. Von der oben erzählten Verwandlung des Mercurs in Gold war er so erbaut, daß er den ihm eben gebornen Sohn mit dem heidnischen Namen Mercurius taufen ließ; dieser Franciscus Mercurius van Helmont suchte auch seinem Namen Ehre zu machen, forschte sein Leben lang nach dem Steine der Weisen und starb als eifriger Alchemist 1699 zu Berlin.

Von anderen Transmutationsgeschichten will ich noch eine ausführlicher erzählen.

Dr. Helvetius war um die Mitte des 17. Jahrhunderts Leibarzt des Prinzen von Oranien, ein gelehrter Mediciner, der in hohem Rufe der Rechtlichkeit und Aufrichtigkeit starb. Er glaubte nicht an die alchemistischen Künste, und zeigte sich in mehreren Schriften als ihr bitterer Widersacher. Plötzlich trat er 1667 als der eifrigste Vertheidiger derselben auf, wie er erzählt, auf folgende Art überzeugt.

Ihn besuchte 1666 in seiner Wohnung im Haag ein Fremder, der ein Gespräch über die Alchemie und den Stein der Weisen mit ihm anknüpfte. Helvetius sprach seine Zweifel aus; der Fremde suchte ihn zu widerlegen, und um seinen Worten mehr Nachdruck zu geben, zeigte er ihm die fragliche Substanz. Helvetius betrachtete sich die Sache genau; wie er den Stein in Händen hatte, suchte er mit dem Nagel seine Härte zu erproben, und siehe, es gelang ihm, ein Stückchen davon abzulösen. Er bat den Fremden sehr, ihm eine Metallverwandlung zu zeigen; dieser lehnte die Bitte ab, mit dem Versprechen, in drei Wochen wiederzukommen und es dann zu thun. Als der Fremde fort war, versuchte Helvetius mit der kleinen Menge des Steins, die ihm an dem Nagel hängen geblieben war, einen Versuch zu machen; er warf es auf schmelzendes Blei, aber ohne allen Erfolg.

Historische Beweise für die Metallverwandlung.

Nach drei Wochen kam der Fremde wieder, und da gestand ihm Helvetius die Entwendung und die Fruchtlosigkeit des Versuchs. Der Fremde meinte, Helvetius habe besser zu stehlen als Gebrauch davon zu machen gewußt, und schob die Schuld darauf, daß er nicht die Substanz in Wachs gehüllt auf das Metall geworfen habe, um sie vor den Dämpfen des Bleies zu schützen. Nach vielen Bitten gab er dem Arzt ein Stückchen des Steins, von der Größe eines Rübsamenkorns; Helvetius meinte, es sei dies zu wenig, um einen Versuch machen zu können, aber der Fremde meinte seinerseits nun, es sei noch zu viel, theilte die Gabe, und ließ dem Arzt die Hälfte zurück. Er entfernte sich mit dem Versprechen, des andern Tages wiederkommen zu wollen und bei dem Versuche gegenwärtig zu sein.

Er kehrte indeß nicht wieder. Als der Abend kam, konnte Frau Helvetius, welcher ihr Mann die Sache erzählt hatte, ihre Ungeduld nicht länger bezähmen. Sie drang in ihn, einen Versuch zu machen. In Gegenwart seiner Frau und seines Sohnes schmolz Helvetius nun 6 Drachmen Blei, warf den Stein in Wachs gehüllt darauf, ließ noch eine Viertelstunde schmelzen, und goß dann das Metall aus. Es war das reinste Gold; der Münzwardein im Haag und mehrere Goldarbeiter prüften es — es verhielt sich nicht anders.

Helvetius machte diesen Vorfall 1667 in einer eigenen Schrift bekannt, welche den Titel hat: Vitulus aureus quem mundus adorat et orat. Noch vor der Herausgabe dieses Buches indeß bekümmerten sich Viele um diese Transmutation; interessant ist namentlich der Antheil, welchen der berühmte Benedict Spinoza daran genommen hat. Dieser, der sonst nicht zu den Leichtgläubigen gehörte, erkundigte sich genau nach allen Umständen, und sprach brieflich seine Ueberzeugung aus, daß auch für ihn diese Transmutation vollkommen überzeugend sei.

Solche Erzählungen — und mehrere ähnliche werde ich noch im Verlauf dieses Abschnittes zu berichten haben — verfehlten nicht, die Gläubigen in der Alchemie in ihren Ansichten und Bestrebungen zu bestärken und manchen Zweifler ihr zuzuwenden. Es liegt nicht im Plan dieser Arbeit, alle Geschichten hier zu erzählen, wo Ort, Zeit und Zeugen genannt sind, wie die Inhaber des großen Geheimnisses hin und wieder an öffentlichen Orten, wenn an der Möglichkeit der Transmutation gezweifelt wurde, für sechs Kreuzer Blei holen und ein Kohlenbecken sammt Tiegel herbeischaffen ließen, das Blei in Gold verwandelten, es den erstaunten Zuschauern zum Pfand ihrer Ehr-

Historische Beweise für die Metallverwandlung.

lichkeit daließen und spurlos verschwanden. Die Alchemisten sammelten sie sorgfältig, es waren ihnen Lichtpunkte in der Nacht ihres Strebens. Mit Vergnügen erzählten sie den Vorfall, welcher dem Professor der Philosophie Martini (gestorben 1621) zu Helmstedt begegnete. Dieser, ein eifriger Feind der Alchemie, zog in allen seinen Vorlesungen, wo sich Gelegenheit bot, gegen dieselbe los, und suchte alle Gründe zu widerlegen, welche die Anhänger der hermetischen Kunst für die Richtigkeit der Metallverwandlung anführten. Aber beschämt mußte er schweigen, als einmal ein fremder Edelmann, der gerade hospitirte, ihn höflichst unterbrach und aus Gründen der Erfahrung zu opponiren sich erbot, eine Kohlenpfanne, einen Tiegel und Blei sich ausbat, das letztere sogleich in Gold verwandelte und es dem erstaunten Professor mit den Worten hinreichte: Solve mihi hunc syllogismum!

Alchemistische Münzen.

Endlich führten die Alchemisten als Jedermann zugänglichen Beweis die Münzen an, welche aus alchemistischem Gold und Silber geschlagen worden waren, und den Stempel ihres Ursprungs trugen. Es sind diese so zahlreich, daß besondere Bücher über sie geschrieben wurden; ich erwähne hier nur einiger. Da waren die Rosenobel, wozu Raymund Lull im 13. Jahrhundert das Gold gemacht hatte; da waren die dänischen Ducaten von 1647, wozu sich König Christian IV. von seinem Leibalchemisten Caspar Harbach das Material hatte verfertigen lassen, und welche die Aufschrift trugen: Vide mira Domi (ni), und viele andere. — Kaiser Ferdinand III. erhielt 1648 zu Prag von einem gewissen Richthausen einen Gran rothes Pulver, womit in des Kaisers Gegenwart der Oberbergmeister Graf von Ruß dritthalb Pfund Quecksilber in feines Gold verwandelte, woraus man Eine große Medaille prägte, welche den Sonnengott darstellt, Mercur's Schlangenstab haltend und dessen Flügelschuhe tragend (um die Entstehung des Goldes aus dem Quecksilber anzudeuten), und die Umschrift hat: Divina Metamorphosis exhibita Pragae XV. Jan. Anni MDCXLVIII. in Praesentia Sac. Caes. Majest. Ferdinandi Tertii. Auf der Rückseite: Raris haec ut hominibus est ars, ita raro in lucem prodit. Laudetur Deus in aeternum, qui partem suae infinitae potentiae nobis suis abjectissimis creaturis communicat. Sie soll noch 1797, wie J. F. Gmelin berichtet, sich in der Schatzkammer zu Wien befunden haben. — Derselbe

Alchemistische Münzen.

Kaiser machte 1650 noch eine Projection auf Blei; die aus dem erhaltenen Golde geprägte Medaille trägt die Inschrift:

Aurea progenies plumbo prognata parente,

und wurde noch im vorigen Jahrhundert in der Münzsammlung auf dem kaiserlichen Schloß Ambras in Tyrol gezeigt. — Von einigen solcher Münzen wurde entdeckt, daß das Metall nicht probehaltig war, so z. B. von den Ducaten, die Kaiser Leopold I. 1675 aus angeblichem Gold schlagen ließ, was ihm ein Augustinermönch Wenzel Seyler aus Zinn darstellte, und welche die Inschrift tragen:

Aus Wenzel Seylers Pulvers Macht
Bin ich von Zinn zu Gold gemacht.

Andere aber bewährten sich; darunter gehören z. B. aus neuerer Zeit noch darmstädtische. Landgraf Ernst Ludwig von Hessen-Darmstadt war ein Freund der Alchemie, und verwendete viel darauf, ohne zum Ziele zu kommen. Da erhielt er 1717 von unbekannter Hand ein Päckchen mit rother und weißer Tinctur, nebst Anweisung, sie zu gebrauchen, und dem guten Rathe, eigenes Forschen einzustellen. Von dem Golde, welches er damit aus Blei darstellte, wurden Ducaten geprägt, die keine Inschrift in Bezug auf ihre Entstehung tragen; aus dem Silber aber sind die hessischen Speciesthaler von 1717 geschlagen, auf welchen steht: Sic Deo placuit in tribulationibus. — So erzählen die Alchemisten.

Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

Nach solchen Beweisen zweifelten Viele nicht an der Richtigkeit der hermetischen Kunst, und in der juristischen Praxis wurde ihre Wahrhaftigkeit unbezweifelt angenommen. Im 12.—16. Jahrhundert gab noch der Stein der Weisen zu juristischen Streitigkeiten Anlaß, die sich besonders darum drehten, ob alchemistisch dargestelltes Gold, wenn es durch die Probirkunst von gewöhnlichem nicht unterschieden werden könne, letzterem an Werth gleichzustellen sei, oder für letzteres ausgegeben werden dürfe; eine Frage, welche zu bejahen Viele damals Anstand nahmen, weil es nicht ausgemacht sei, ob das juristische Gold auch die geheimen Kräfte des natürlichen habe. Später wurde dieser Umstand nicht weiter berücksichtigt, aber der juristische Glauben an die Existenz des Steins der Weisen stand fest. So z. B. erhielt der Schneidermeister Christoph Kirchhof von Lauban in der Oberlausitz 1668 von der Canzlei zu Breslau einen Wappenbrief mit einer silbernen Bulle, zu seiner Legitimation und zur Belohnung, »dafür, daß er

nicht allein denjenigen Lapillum oder Stein an das Licht gebracht, sondern auch noch dazu vermittelst göttlicher Hülfe und scharfes Nachsinnen, vornehmlich aber durch sein stetiges und unverdrossenes Laboriren, den Spiritum universalem von sich selbst erfunden.“ Ein Oesterreicher, J. F. von Rain, deducirte 1680, daß die Zweifler an der Existenz des Steins der Weisen sich des Verbrechens der Majestätsbeleidigung schuldig machen; weil nämlich mehrere Kaiser selbst die eifrigsten Alchemisten waren. Die Leipziger Rechtsgelehrten haben mehrmals ihre Ueberzeugung von der Existenz des Steins der Weisen klar ausgesprochen. Im Jahre 1580 fällten sie ein Urtheil gegen David Beuther, Leibalchemisten des Kurfürsten August von Sachsen. Dieser sollte zufällig in den Besitz einiger Beschreibungen gekommen sein, wie Particulartransmutationen anzustellen seien, und die Ausarbeitung derselben mit Hülfe einiger Anderer versucht haben, welchen er eidlich zusagte, nach Entdeckung des Geheimnisses es ihnen mitzutheilen. Er habe aber nicht Wort gehalten, wohl aber seines Dienstes bei dem Kurfürsten nur nachlässig gewartet. Das Leipziger Urtheil besagte, Beuther sei der Kenntniß des Steins der Weisen für überwiesen zu erachten; er solle darum peinlich befragt werden, wegen seiner Untreue gegen den Kurfürsten sei er zur Staupe zu schlagen, wegen seines Meineids gegen seine Genossen habe er zwei Finger zu verlieren, und schließlich sei er zum Wohl des Landes, damit das Geheimniß nicht anderen Potentaten bekannt werde, gefangen zu halten. — Noch im Jahre 1725 gab dieselbe Juristenfacultät ein Gutachten ab, wobei es sich um Silber, das in Gold verwandelt worden war, handelte. Die Gräfin Anne Sophie von Erbach hatte auf ihrem Schlosse Frankenstein einem als Wilddieb verfolgten Flüchtling Schutz gewährt; zum Dank verwandelte dieser, welcher ein Adept war, der Gräfin sämmtliches Silbergeschirr in Gold. Ihr Gemahl, Graf Friedrich Carl, nahm davon die Hälfte in Anspruch, weil der Zuwachs des Werthes auf seinem Gebiete und in der Ehe erworben worden sei. Die Leipziger Rechtsgelehrten gaben ihm Unrecht: weil das streitige Object vor der Verwandlung als Eigenthum der Gräfin anerkannt worden sei, müsse es auch nach der Verwandlung ihr Eigenthum bleiben.

Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

War durch alle diese Umstände den Meisten vom 12.—17. Jahrhundert die Wahrheit der Alchemie wahrscheinlich gemacht, so ließ Habsucht viele Alchemisten die wenigen Zweifel, die sich ihnen etwa noch aufdringen

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

konnten, völlig übersehen. Durch nichts aber konnte die Habsucht mehr gereizt werden, als durch die großen Reichthümer, welche nach der Geschichte der Alchemie den wahren Adepten stets zu Gebote standen. Während die älteren griechischen Alchemisten nur überhaupt davon reden, daß dem Besitzer des Steins der Weisen Armuth stets fern bleibe, was sehr glaublich ist, liefert die Geschichte der Alchemie unter den Abendländern viel detaillirtere Angaben. Raymundus Lullus soll im 13. Jahrhundert den König Eduard III. von England zu einem Kreuzzuge aufgefordert, und um ihm die Mittel dazu an die Hand zu geben, ihm das Gold zu 6 Millionen Rosenobel gefertigt haben; der König aber brach sein Wort und verwendete das Geld für den Krieg gegen Frankreich. Besonderen Reichthum mit der hermetischen Kunst erwarb sich, wie die Alchemisten versichern, der Franzose Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert. Dieser war 1330 zu Pontoise geboren; er lebte zu Paris als Abschreiber. Im Jahre 1357 erwarb er um geringen Preis eine Handschrift auf Baumrinde, die zu entziffern er sich während 21 Jahren vergeblich abmühte. Er reiste nach Spanien, wo er in St. Jago de Compostella einen gelehrten Arzt fand, der ihm die Schrift verdeutlichte. Sie war von einem Juden Abraham an seine Glaubensgenossen gerichtet, und lehrte die Bereitung des Steins der Weisen. Der spanische Arzt und Flamel brachen zusammen nach Frankreich auf, um in Gemeinschaft das große Werk auszuführen. Auf der Reise aber erkrankte der erstere und starb. Flamel machte sich nun nach seiner Rückkehr, von seiner Gattin unterstützt, an das Werk, und 1382 konnte er wirklich Quecksilber in Gold oder in Silber nach Belieben verwandeln. Den erhaltenen Reichthum verwendete er zu frommen Zwecken; 14 Hospitäler stiftete er, drei Kapellen baute er von Grund auf, und erneuerte sieben Kirchen, die er reich dotirte. Noch 1742 wurden einige von ihm gestiftete Almosen in Paris vertheilt. Sein Todesjahr ist ungewiß.

Flamel's Geschichte hat zu vielen Untersuchungen Anlaß gegeben, woher sein Vermögen eigentlich stammte. Der Gelehrte Naudäus behauptete 1649, er habe es sich durch Wucher, namentlich in der Zeit der allgemeinen Judenverfolgungen erworben; doch kam zu Flamel's Zeit keine Hauptverfolgung der Juden vor. Naudäus' Untersuchung kam auch sehr spät; schon zu Flamel's Lebzeiten war auf Geheiß des Königs eine solche vom Parlament zu Paris eingeleitet worden, deren Resultat indeß nie bekannt wurde.

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

Noch viele andere Alchemisten haben sich angeblich durch ihre Kunst große Reichthümer erworben. Der Engländer Georg Ripley im 15. Jahrhundert soll den Johanniterrittern, als diese 1460 auf Rhodus von den Türken bedrängt wurden, mit seiner Kunst beigestanden, und ihnen nach und nach 100,000 Pfund, nach Einigen Gold, nach Anderen Sterling, als die Ausbeute seiner hermetischen Arbeiten zugeschickt haben. Um 1500 soll auch der Franzose Hieronymus Crinot gelebt haben, von welchem die Alchemisten versichern, er habe sich mit dem Stein der Weisen ein unglaubliches Vermögen erworben und dasselbe zur Stiftung von dreizehnhundert Kirchen verwendet. Wünschenswerth wären hier genauere Angaben, wo diese stehen und wer sie gezählt hat; allein sie fehlen. Die 84 Centner Gold und 60 Centner Silber, welche man 1612 in dem Nachlaß des Kaisers Rudolph II. zu Prag fand, die siebzehn Millionen Reichsthaler, welche Kurfürst August von Sachsen 1586 hinterließ, wurden gleichfalls als Ergebnisse der hermetischen Kunst angesehen, welche diese Herren besonders beschützten und bei deren Ausübung sie selbst Hand anzulegen geruhten.

Bei solchen Resultaten, welche aus dem Besitz des Steins der Weisen hervorgingen, war der Wunsch nach Erlangung desselben wohl erklärlich. Aber die Wirksamkeit dieser Substanz beschränkt sich nicht auf die Verwandlung der unedlen Metalle in edle; sie erstreckt sich noch auf andere, höchst merkwürdige Erscheinungen.

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

Ich zähle hierher die von einigen späteren Alchemisten angegebene Gewichtsvermehrung, welche durch den Stein der Weisen hervorgebracht werden soll, daß z. B. Ein Gran des Steins, auf 3 Loth Quecksilber projicirt, 5 Loth Gold hervorbringt. Diese Wirkung, die als schlechterdings unmöglich angesehen werden muß, wenngleich einige Vertheidiger der Alchemie diese Vermehrung der Schwere mit der Verstärkung der magnetischen Kraft vergleichen, wird erst in neueren Zeiten erwähnt; sie begleitet nur wenige Beispiele von Transmutationen, welche uns die Geschichte der Alchemie aufbewahrt hat, aber sonderbarer Weise darunter gerade solche, denen die Alchemisten, welchen in diesen Sachen sogenannter historischer Beweis genügt, große Glaubwürdigkeit zugestehen.

Fast alle Metalle haben ein geringeres specifisches Gewicht als Gold; werden sie also in dieses verwandelt, so muß entweder bei gleichbleibendem Gewicht das Volum abnehmen, oder bei gleichbleibendem Volum das Ge-

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

wicht zunehmen. — Daß das Erstere stattfinde, wird in mehreren Transmutationsgeschichten ausdrücklich erwähnt. So z. B. sagt van Helmont bei der Beschreibung, wie er Quecksilber in Gold verwandelt habe: das flüssige Metall habe sich nach der Projection in einen Klumpen zusammengezogen (resedit instar offae sind seine Worte). So zeigen auch Münzen, welche ursprünglich aus Silber bestanden, aber auf der einen Seite durch alchemistische Mittel in Gold verwandelt worden sein sollen, auf dieser letzteren eine poröse Oberfläche, angeblich auch wegen der Verdichtung des Silbers zu Gold. — Das Entgegengesetzte, wo das absolute Gewicht zunahm, soll nach der Versicherung der Alchemisten in Transmutationen, wie die folgende, vorgekommen sein.

Im Jahre 1750 conditionirte in der Officin des Franke'schen Waisenhauses zu Halle ein Apotheker, Namens Reussing, dessen Charakter überall als unverdächtig, dessen Kenntnisse in der Chemie als genügend geschildert werden. Ihn gewinnt ein Fremder lieb, der sich damals in Halle aufhielt, die Apotheke manchmal besuchte und sich mit ihm über chemische Gegenstände unterhielt. Von diesem zum Besuch eingeladen, folgt Reussing der Aufforderung, und erhält von dem Fremden einige Stäubchen eines grauen Pulvers zum Geschenk, soviel als an der inneren Höhlung eines Löffelchens von der Größe eines Ohrlöffels von selbst hängen bleibt. Diese Stäubchen wischt der Fremde mit etwas Baumwolle ab, wickelt diese in Papier, und giebt es dem Apotheker, mit der Anweisung, es auf schmelzendes Silber zu werfen. Reussing thut es; in dem Laboratorium der Waisenhausapotheke, einem Ort, wohin kein Fremder kommen konnte, schmilzt er einen silbernen Löffel von 2½ Loth Gewicht und wirft das Papier darauf. Er läßt noch fortschmelzen, gießt dann sein Metall aus, und findet, daß er nun 3 Loth reines Gold hat. Er sucht den Adepten auf, allein dieser hatte sich von Halle bereits entfernt. Er geht zu einem Goldarbeiter, welcher das Product kunstgemäß prüft, es für reines Gold erklärt und um den gewöhnlichen Preis ankauft. — Diese Geschichte wurde 1774 von Reussing's Schwiegersohne, dem Kriegs- und Domainenrath Dr. von Leysser, Berg- und Salinendirector zu Halle, mitgetheilt, der sich in den Naturwissenschaften rühmlich bekannt gemacht hat.

Andere Erzählungen klingen verdächtiger, und werden von den Anhängern der Alchemie selbst als nicht ganz stichhaltig angesehen. So z. B. zog im Anfange des 18. Jahrhunderts ein gewisser Baron von Dierbach

herum, der früher Oberstlieutenant in polnischen Diensten gewesen war, und von einem Unbekannten eine Portion des Steins der Weisen erhalten haben wollte. Diese verwandelte glühendes Silber in Gold, und zwar gab $1/_{10}$ Gran der geheimnißvollen Substanz mit 60 Gran Silber 72 Gran Gold, wie der dänische Canzleirath Dippel († 1734) erzählt, auf dessen Zeugniß aber sehr wenig zu geben ist, da er selbst einer der verblendetesten Alchemisten seiner Zeit war. — Von sonstigen Beispielen einer solchen Gewichtszunahme erwähne ich hier noch der Transmutationen, welche 1761 zu Coblenz vorkamen. Ein Alchemist Johann Georg Stahl, aus dem Nassauischen gebürtig, der in der Umgegend unter anderen Namen schon durch seine Metallverwandlungen vieles Aufsehen erregt hatte, kam zu dem Kur-Trier'schen Münzdirector zu Coblenz, Hofrath v. Meidinger, und machte in seiner Gegenwart und im Beisein mehrerer anderer Münzbeamten folgende Versuche. 167 Loth Kupfer wurden geschmolzen, und $7\frac{1}{2}$ Loth eines grauen Pulvers darauf gegeben; das ausgegossene Metall wog $232\frac{1}{2}$ Loth, worin nach kunstgemäßer Untersuchung $65\frac{1}{2}$ Loth Silber waren. Ein anderes Mal behandelte Stahl 25 Pfund Kupfer mit 2 Pfd. seines Pulvers; man erhielt 48 Pfund 8 Loth Metall, worin 23 Pfund 8 Loth Silber befunden wurden. Bei allen diesen Projectionen änderte sich also das Gewicht und die Natur des unedlen Metalls nicht; die verhältnißmäßig kleine Menge Steins der Weisen schuf in Berührung mit dem unedlen Metall das Silber gewissermaßen aus Nichts. — Eine Aufklärung dieser unglaublichen Geschichten wurde nicht erlangt; das zur Projection gebrauchte Pulver untersuchte Meidinger, dem es gelungen war, eine Probe davon zu erhalten, aber er fand darin nichts Metallisches. Stahl wurde von dem Kurfürsten von Trier zur Silberfabrication engagirt, ergab sich aber einem wüsten Leben, und wollte sein Geheimniß nicht verrathen. Er wurde verhaftet und mit der Folter bedroht, allein ehe es zur Ausführung der peinlichen Inquisition kam, entfloh er sammt den Wächtern, die zu seiner Aufsicht bestellt waren.

Ueber die gewichtsvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

Die Eigenschaft des Steins der Weisen, eine absolute Gewichtsvermehrung zu bewirken, wiegbare Materie aus Nichts zu schaffen, kommt, wie gesagt, erst in den späteren Zeiten der Alchemie vor. Wenden wir uns nun zu einer andern gleich wundbetbaren Eigenschaft, die in den früheren Zeiten die Köpfe der Alchemisten verdreht hat. Es ist dies die Eigenschaft des Steins

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

als Universalmedicin, daß er, wie auf die unedlen Metalle veredlend, so auf den menschlichen Körper heilend, stärkend und verjüngend einwirkt. In diesem Sinne heißt er auch die große Panacee.

Der Glaube an diese Eigenschaft findet sich nicht vor dem 8. Jahrhundert; vielleicht beruht er auf einem Mißverständniß, auf einer wörtlichen Auffassung bildlicher Redensarten. Es wird dies sehr wahrscheinlich, wenn man untersucht, wie sich dieser Irrglaube allmälig einschleicht und befestigt, in welchem Sinne sich bei den ersten Alchemisten die Begriffe Krankheit und Heilung derselben durch den Stein der Weisen erwähnt finden. Bei den griechischen Alchemisten vom 4. bis 8. Jahrhundert ist von der Eigenschaft des Steins der Weisen als einer Universalmedicin noch nirgends die Rede, wohl aber findet man schon um 400 nach Chr. bei Synesius in seinem Commentar zu des falschen Democrit's Werken öfters Stellen, wie: »Verfährst du richtig nach meiner Vorschrift, so wirst du glücklich sein, und die böse Krankheit, die Armuth, heilen.« Bei den Arabern vom 8. Jahrhundert an finden wir das Bild von Krankheit und Heilung anders angebracht. Bei ihnen heißen die unedlen Metalle kranke, welche man mittelst des Steins der Weisen, bei Geber der Medicin der dritten Ordnung, heilen, d. h. in edle verwandlen will. »Bringt mir die sechs Aussätzigen (Silber, Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Zinn), daß ich sie heile (in Gold verwandle),« sagt z. B. Geber; und wahrscheinlich hat er nur in dieser Bedeutung von der Anwendung des Steins der Weisen als Heilmittel gesprochen, und die einzige Stelle, aus der man das Gegentheil schließen könnte, wo er nämlich von ihm sagt: est medicina laetificans et in juventute conservans, hat vielleicht diesen Sinn erst unter der Feder der lateinischen Uebersetzer gefunden, zu deren Zeit der Glaube an die Universalmedicin allgemein anerkannt war. Denn schon im 13. Jahrhundert finden wir bei den christlichen Alchemisten des Abendlandes die figürlichen Redensarten der Byzantiner und Araber ganz wörtlich genommen und demgemäß weiter ausgeführt. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus überbieten sich in Anpreisungen der Heilkraft des Steins der Weisen. Der Erstere namentlich äußert sich in seinem Rosarius sehr bestimmt: Sic enim habet virtutem efficacem super omnes alias medicorum medicinas, omnem sanandi infirmitatem, eo quod est occultae et subtilis naturae; conservat sanitatem, roborat firmitatem, et ex sene facit juvenem, et omnem eorum expellit aegritudinem. —

Haec medicina super omnes alias medicinas et mundi divitias est sane perquirenda. Anbei giebt er an, daß der Stein der Weisen einem Kranken innerlich gegeben zur Heilung um so längere Zeit, 1 Tag bis 12 Tage, brauche, je länger schon die Krankheit, 1 Monat bis 1 Jahr, gedauert habe. Raymund Lull versichert, er sei wieder ganz jung und munter geworden, als er in hohem Alter sich der Panacee bedient habe; wir werden gleich sehen, worauf diese Wirkung wohl beruht haben mag. Aus dem 14. Jahrhundert spricht besonders Johann Isaac Hollandus in seinem Opus Saturni als bedeutende alchemistische Autorität für die Heilkraft des Steins der Weisen. Ein Weizenkorn groß von demselben soll in Wein gelegt werden, und diesen der Kranke trinken; die Wirkung des Steins werde zum Herzen dringen, und sich auf alle Säfte verbreiten, der Kranke werde schwitzen, aber dabei nicht matter, sondern immer stärker und lustiger werden. Diese Gabe soll neun Tage lang wiederholt werden, wo es dem Menschen dünken soll, er sei kein Mensch mehr, sondern ein Geist, so leicht und luftig seien ihm alle seine Glieder; es solle dem Menschen zu Muthe werden, als sei er neun Tage im Paradiese und nähre sich von dessen Früchten. So aber ein Gesunder sich alle Woche der obigen Dosis bediene, so bleibe er gesund und bei Leben, bis zu der Stunde, so ihm von Gott gesetzt ist. Die letzte Clausel wurde aber nicht einmal von allen Alchemisten respectirt. Salomon Trismosin, von welchem Paracelsus 1520 zu Constantinopel in die Geheimnisse der hermetischen Kunst eingeweiht worden sein will, versichert in seinem 1490 geschriebenen Aureum Vellus, er habe sich in hohem Alter mit einem Gran des Steins plötzlich verjüngt, so daß seine gelbe runzliche Haut wieder glatt und weiß, die Wange roth, das graue Haar wieder schwarz und der gekrümmte Rücken gerade wurde; Frauen von siebzig bis neunzig Jahren habe er mittelst des Steins der Weisen wieder so jung und rüstig gemacht, daß sie noch mehrere Kinder geboren; und ein Leichtes sei es ihm, mittelst desselben sich so lange am Leben zu erhalten, um den jüngsten Tag mit ansehen zu können. — Zu derselben Zeit spricht sich auch Basilius Valentinus, namentlich in seinem Tractat von natürlichen und übernatürlichen Dingen, folgendermaßen aus: »Keine Armuth wird der Besitzer des Steins der Weisen spüren; keine Krankheit wird ihn rühren, und kein Gebreste ihm schaden, bis zu dem gesetzten Ziel des Todes, bis zu der letzten Stunde, so ihm von seinem Himmelskönige gesetzt ist.«

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

So gestaltete sich die Ansicht über die Wirkung des Steins der Weisen als Universalmedicin. Wie er aus einem Mißverständniß wahrscheinlich entstanden ist, habe ich oben angegeben; sehen wir nun, was zu seiner Erhaltung beigetragen hat. Bei den ersten Alchemisten, die sich darüber deutlicher aussprechen, mag der Glaube daran eine Stütze in den Erscheinungen gefunden haben, welche einige damals mehr bekannt werdende Substanzen auf den menschlichen Organismus ausüben. Eine solche Substanz, welche schon in kleiner Menge deutlich kräftigend wirkt, scheint der Weingeist zu sein, über welchen sich die Schriftsteller des 13. Jahrhunderts in sehr hochtrabenden Reden ausdrücken. Arnold Villanovanus verwandte viel Mühe darauf, diesen Stoff in eine wohlschmeckende Form zu bringen, und giebt Mittel an, durch Zusatz von Zucker und Gewürzen einen der Beschreibung nach sicher recht wohlschmeckenden Liquor zu bereiten. Den Weingeist scheint Raymund Lull als Panacee betrachtet zu haben, denn seine Wirkung entspricht sehr wohl dem, was dieser Spagiriker von der verjüngenden und stärkenden Kraft derselben sagt; und anderswo sagt er geradezu von jenem Getränke, es sei die consolatio ultima corporis humani. Schon in jener Zeit führte auch der Weingeist den Namen aqua vitae. Wie gewöhnlich zogen diese Männer von einer einzelnen Erfahrung die allgemeinsten Schlüsse, und boten diese der gläubigen Nachwelt als ausgemachte Wahrheiten dar. Als durch die Alchemisten des 13. Jahrhunderts erst einmal die Allwirksamkeit des Steins der Weisen als Medicin ausgesprochen war, konnte unter ihren Nachfolgern keiner sie leugnen, wenn er sich den Ruhm eines Adepten erhalten wollte. Auch war der Meinung der Alchemisten nach nichts natürlicher, als diese Wirkung. Die veredlende Kraft des Steins mußte sich auf Alles erstrecken, Alles veredeln; die Veredlung der Metalle besteht in der Verwandlung zu Gold; eine Veredlung der kranken Organe kann nur in ihrer Umwandlung zu gesunden stattfinden. Wodurch sollten sich auch die von Gott so hochbegabten Menschen vor der Zeit der Sündfluth ihr alle Begriffe übersteigendes langes Leben gefristet haben, wenn nicht durch die Panacee? Zwei Engländer, Edmund Dickinson und Theodor Mundan, wechselten von 1680 bis 1690 gelehrte Schriften, woraus deutlich hervorging, daß nur durch die Universalheilkraft des Steins der Weisen die Patriarchen ihr hohes Alter erreicht haben. Aber man brauchte mit Beispielen für diese Wirksamkeit desselben gar nicht so weit zurückzugehen; neuere, von den Alchemisten allgemein geglaubte, la-

gen in Menge als historische Beweise vor. Artephius, ein lateinischer Alchemist des 12. Jahrhunderts, legte sich ein Alter von mehr als tausend Jahren bei, und Niemand widersprach ihm. Bescheiden erscheint Trautmannsdorf, der aus dem Geschlechte der Reichsgrafen von Trautmannsdorf stammte, und im Anfange des 17. Jahrhunderts als Einsiedler zu St. Michael bei Trient lebte. Wißbegierigen Reisenden, welche ihn in seiner Klause besuchten, zeigte er den Stein der Weisen, und gab als sein Geburtsjahr nur 1462 an, wonach er mit Hülfe seiner Panacee damals etwas über 140 Jahre alt gewesen wäre. Noch im 18. Jahrhundert fanden solche Erzählungen von künstlicher Erlangung eines hohen Alters willige Gläubige unter den Alchemisten; dem Venetianer Fridericus Gualdus, welcher 1724 als einer der eifrigsten Rosenkreuzer starb, legte man ein Alter von 400 Jahren bei, und der bekannte angebliche Graf St. Germain, welcher von 1770 bis 1795 von sich reden machte, wollte durch die Universalarznei über 350 Jahre alt geworden sein. Auch im Orient gab es Leute, welche mit solchen Geschichten sich bedeutend zu machen suchten. Der Franzose Paul Lucas bereiste um 1700 auf Kosten seiner Regierung die Morgenländer, und traf auch da auf viele Alchemisten. Zu Bursa in Kleinasien sprach er in einem Versammlungsorte von Derwischen zu, unter welchen sich namentlich einer, ein geborner Usbeke, der sich durch seine vielseitige Kenntniß aller Sprachen auszeichnete, viel mit ihm unterhielt. Dieser Derwisch sah aus wie ein Mann in den Dreißigen, gab aber sein Alter auf mehr als hundert Jahre an und versicherte, ächte Adepten würden in der Regel durch die Wunderkraft des Steins der Weisen tausend Jahre und darüber alt. So z. B. lebe der berühmte Nicolaus Flamel, dessen wir oben (S. 174) erwähnten, noch; ihn sammt seiner Gattin habe er (der Derwisch) vor drei Jahren im besten Wohlbefinden in Ostindien gesehen. — Die europäischen Alchemisten wußten für diese Nachricht dem guten Derwisch ihren besten Dank.

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

Der Glaube an die Heilwirksamkeit des Steins der Weisen nahm verhältnißmäßig schon früh ab. Schon der Alchemist Schwertzer, zu Ende des 16. Jahrhunderts, versicherte offen, an seinem Stein der Weisen nicht die geringste Heilkraft wahrnehmen zu können, und gegen das Ende des 17. Jahrhunderts berichtet Kunkel, daß die Kurfürsten von Sachsen, ob sie gleich verschiedene Vorschriften zur Darstellung der Tinctur besessen hätten, kein Mittel kannten, um sie in eine Panacee umzugestalten. Jener Glaube erhielt sich, so

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

lange überhaupt die Metallveredlung und die Heilung der Krankheiten als analoge Erscheinungen betrachtet wurden, so lange man unter Pathologie, wie es die Jatrochemiker thaten, nur eine Anwendung der chemischen Erfahrungen verstand, und alle chemischen Meinungen sich in der Erklärung der Erscheinungen im Organismus abspiegelten. Jener Glaube verlor sich, als von dem Anfange des 18. Jahrhunderts an ausgezeichnete Aerzte, wie Stahl und Hoffmann, welche zugleich die gründlichsten Chemiker ihrer Zeit waren, sich gegen eine solche Vermischung erklärten, und ihre Ansichten zu den herrschenden zu machen wußten.

Sonstige wunderbare Eigenschaften des Steins der Weisen.

Außer den bisher besprochenen Eigenschaften hat der Stein der Weisen noch einige nicht minder wunderbare. Dahin gehört z. B., was der Anhaltsche Leibarzt Julius Sperber, einer der bedeutenderen Alchemisten um 1600, in seiner Isagoge anführt: daß der Stein der Weisen aus Kieselsteinen Edelsteine mache, tausend Perlen in eine einzige, überaus schöne, zusammenfüge, das Glas hämmerbar mache, abgestorbenen Bäumen ihre Fruchtbarkeit wiedergebe, u. s. w. Ueber die Beilegung noch anderer Eigenschaften wird sich erst dann eine richtige Ansicht gestalten, wenn wir erfahren, wie die Erlangung des Steins der Weisen auf göttlicher Prädestination beruht. Diese Eigenschaften sind nicht mehr nur materiell wirkende, wie Verwandlung in Gold, Gewichtsvermehrung und Wirksamkeit als Panacee, sondern es sind moralisch wirkende, und ihr Einfluß erstreckt sich selbst über das Grab hinaus. Morienes im 11. Jahrhundert deutet schon an, daß in der Stunde, wo der Stein der Weisen seine Vollendung erhalte, sich unaussprechbare Wunderdinge ereignen. Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert versichert, so der Stein von Jemand verfertigt sei, verwandle er den bösen Menschen in einen frommen; er rotte in ihm aus die Wurzel aller Sünde, den Geiz; er mache ihn freigebig, sanftmüthig und gottesfürchtig, so bös und verkehrt er auch immer bis dahin gewesen sei. Denn er werde gleichsam entzückt von der großen Gnade und Barmherzigkeit, deren ihn Gott in der Offenbarung seiner wunderbaren Werke theilhaftig mache. Graf Bernhard von Trevigo im 15. Jahrhundert sagt, der glückliche Erfolg in der Bereitung des Steins der Weisen ziere den Menschen mit solchem Verstande, daß er das Gute erkenne und fromm werde, wenn er auch früher noch so gottlos gewesen sei. Thomas Norton äußert sich in seinem 1477 geschriebenen Credo mihi seu Ordinale: Subvenit alicui in

necessitatibus, tollit vanam gloriam, spem et timorem, submovet ambitionem, violentiam et excessum, mitigat adversitates ne quem opprimant. Proxime post sanctos suos Deus hos collocat in coelo, qui artem sunt adepti. Sendivogius im Anfange des 17. Jahrhunderts versichert, der Stein der Weisen sei ein Spiegel, und wer ihn habe und hineinsehen könne, der erblicke darin die drei Theile der Weisheit der ganzen Welt und werde so weise als Aristoteles und Avicenna. In diesem Sinne deutete man auch die Stelle der Tabula smaragdina: fugiet a te omnis obscuritas, nämlich des Geistes. — Alle Alchemisten des 17. Jahrhunderts noch stimmen ein in den Jubel, welche Glückseligkeit der Stein der Weisen seinem Besitzer bringe. Als Probe gebe ich hier nur Einiges aus Johann Pordage's (eines englischen Geistlichen aus dieser Zeit, gest. 1626) philosophischem Sendschreiben vom Stein der Weisen: »Nunmehr ist der Stein »fixirt, das Elixir des Lebens bereitet, das liebe Kind geboren. Fahr' hin, »Fall, Hölle, Fluch, Tod, Drache, Thier und Schlange. Gute Nacht, »Sterblichkeit, Furcht, Trauern und Elend. Nun wird sich Erlösung, Heil »und Wiederbringung alles dessen, was verloren war, wiederfinden, weil »ihr nunmehr das große Secret und Geheimniß habet. Dies ist der edle »Held, der Schlangentödter, der den Drachen unter die Füße wirft und »zertritt. Die alten Philosophen nennen ihn ihren weißen und rothen Lö»wen, die Schrift nennt ihn den Löwen des Hauses Israels oder Juda's »oder Davids.«

Sonstige wunderbare Eigenschaften des Steins der Weisen.

Genug des mystischen Unsinns. Gehen wir nun dazu über, in welchen Stellungen die Alchemisten im Allgemeinen lebten, und auf welche Art sie den Stein der Weisen zu erlangen trachteten.

III. Stellung und Verhältnisse der Alchemisten.

Stellung der Alchemisten.

Die lockenden Eigenschaften, welche dem Stein der Weisen beigelegt wurden, ließ die Alchemie in allen Ständen getrieben werden. Vorzugsweise aber fand sie stets unter dem Priesterstande Verehrer, und wie die ersten Keime der Alchemie vielleicht unter der geheimnißvollen Pflege der ägyptischen Priester sich entwickelten, so blieb auch später unter den christlichen Völkern der geistliche Stand vorzugsweise der Beschäftigung mit der hermetischen Kunst zugethan. Gleich zu der Zeit, von wo an wir etwas genauere Kenntniß über die Alchemie haben, von 400 n. Chr. ungefähr an, sind es hauptsächlich Geistliche, welche sich mit der Kunst beschäftigen oder als ihre Patrone genannt werden. Der Commentar zu des angeblichen Democrit's Werken ist von Synesius, der später christlicher Bischof ward, verfaßt, und in Form eines Briefes an Dioscoros, einen Priester des Serapis zu Alexandrien, gerichtet. So ist auch noch die Abhandlung des Michael Psellos περὶ χρυσοποιΐας (aus der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts) an den Patriarchen von Constantinopel, Joannes Xiphilinos, gerichtet. Unter den Arabern waren es hauptsächlich die Aerzte, welche sich mit der hermetischen Kunst beschäftigten (die Alchemisten aus späterer Zeit, welche unter den Muhamedanern getroffen werden, sind indeß auch meist Derwische), aber sowie die Alchemie in den Abendländern allgemeiner bekannt wurde, gehört sogleich auch wieder die Mehrzahl ihrer Anhänger dem geistlichen Stande an. Von Haimo im 9. Jahrhundert bis zu Basilius Valentinus im 15. existirt fast kein bedeutender Alchemist, der nicht auch die priesterliche Weihe gehabt hätte. Haimo selbst starb 853 als Bischof zu Halberstadt. Aus dem 13. Jahrhunderte war Albertus Magnus Dominikaner, Roger Baco Franciscaner, Raymund Lull gehörte dem Minoritenorden an; Thomas von Aquino (geboren 1224 zu Aquino in Apulien, gestorben 1274), des Albertus Magnus Schü-

ler in der Theologie und Alchemie, in welcher letzteren er indeß mehr nur als theoretisirender Schriftsteller auftrat, war, wie sein Lehrer, Dominicaner, und wurde nach seinem Tode gar unter die Heiligen versetzt. Arnold Villanovanus ist der einzige bedeutendere Alchemist dieses Jahrhunderts, der nicht dem geistlichen Stande angehörte. Auch von den untergeordneteren Spagirikern waren die meisten Geistliche, ohne daß indeß dieser Stand ganz allein sich mit Ausübung der Alchemie befaßt hätte. Albertus Magnus erzählt schon in seiner Alchymia: Inveni multos praedivites, literatos, abbates, praepositos, canonicos, physicos et illiteratos, qui pro eadem arte magnas fecerunt expensas. Auch Alphons X, König von Kastilien, zählen aus diesem Jahrhundert die Alchemisten zu den ihrigen, indeß auf nur sehr zweifelhafte Angaben hin. — Im 14. Jahrhundert hatte das alchemistische Streben bereits in allen Klassen so um sich gegriffen, und die damit stets verbundenen Betrügereien wurden so zahlreich, daß die geistliche und weltliche Macht zur Unterdrückung derselben Edicte erließ, die indeß nur wenig Erfolg hatten, da andrerseits die Alchemie wieder bei den mächtigsten Herrschern Schutz und Aufmunterung fand (vergl. unten bei den Patronen der Alchemie). Das Interesse für die hermetische Kunst nahm immer zu und wurde immer allgemeiner. Jean de Meun (der um 1300 als Hofpoet Philipp's des Schönen zu Paris lebte) schenkte ihr als einem der besprochensten Gegenstände seiner Zeit Aufmerksamkeit, als er das beliebte Gedicht eines älteren Sängers, des Guillaume de Loris, den Roman de la Rose, umarbeitete und beendigte. In episodischer Darstellung gab er darin ein Zwiegespräch zwischen der Natur und dem Alchemisten; die erstere klagt, daß sich der Alchemist zu wenig darum bekümmere, ihre Geheimnisse theoretisch zu erforschen, und zuviel auf bloßes Probiren gäbe. Der Dichter selbst giebt les remontrances de la nature à l'alchymiste errant summarisch an:

Stellung der Alchemisten.

Comme nature se complaint
Et dit sa douleur et son plaint
A ung sot souffleur sophistique
Qui n'use que d'art méchanique.

Der Alchemist sieht sein Unrecht ein, und der Dichter schildert:

Comment l'artiste, honteux et doulx,
Est devant Nature à genoulx
Demandant pardon humblement
Et la remerciant grandement.

Stellung der Alchemisten.

Ich führe dies an, um zu zeigen, wie schon im Anfange des 14. Jahrhunderts die Alchemie eine gewissermaßen populäre Sache war, welche nicht bloß bei Gelehrten, sondern auch bei dem größeren Publikum Aufmerksamkeit fand. Es wird dies weiter bezeugt durch die größere Menge alchemistischer Schriftsteller, die nun schon auftreten, von welchen ich indeß hier keine Zusammenstellung zu geben brauche, da die bedeutenderen schon in der allgemeinen Geschichte genannt sind, oder in diesem Abschnitte gelegentlich angeführt werden. Geistliche sind es immer noch vorzugsweise, die der Alchemie ihre Kräfte widmen, und in italienischen, französischen, deutschen und englischen Klöstern wurde damals schon viel und stark laborirt.

Von dem 15. Jahrhundert gilt das Gleiche; die Zahl der Alchemisten stieg immer noch; zu den Geistlichen gesellten sich noch Liebhaber der Wissenschaft im Allgemeinen, Aerzte und andere Fachgelehrte, um den Stein der Weisen darstellen zu lernen; auch Männer der Industrie, welche sich gern mit der fabrikmäßigen Darstellung des Goldes befassen wollten, und von den Regierungen Patente darauf ertheilen ließen, wie dies gleich näher angegeben werden soll. Die regierenden Häupter begünstigten die hermetische Kunst möglichst; mehrere Fürsten laborirten selbst, und der zweite Sohn Friedrich's des Ersten, Kurfürsten von Brandenburg, Markgraf Johann, welcher 1440 die Regierung der Burggrafschaft Nürnberg antrat, trägt in der Geschichte seines Hauses den Beinamen des Alchemisten. Andrerseits theilte sich die alchemistische Richtung auch einer Klasse von planlosen Abenteurern mit, welche mit geringen oder gar keinen chemischen Kenntnissen umherzogen spähend, ob sie nicht irgendwo in den Besitz des Geheimnisses kommen könnten, und Unwissenderen sich als Adepten vorstellten, um in ihrem Sold und auf ihre Kosten laboriren zu können, bis sich eine Gelegenheit zum Weiterkommen darbot. Bei den alchemistischen Dilettanten, welche gern in den Besitz des Steins der Weisen kommen wollten, ohne sich gerade mit den Handarbeiten zu beschäftigen, beglaubigten sich diese fahrenden Alchemisten als Meister der Kunst entweder, wenn sie noch ehrlich waren, durch Anstellung neuer, an sich interessanter, chemischer Experimente, oder aber meist geradezu durch Verwandlung unedler Metalle in Gold, wobei zwar nicht der wahre Stein der Weisen, aber doch die Fingerfertigkeit und Taschenspielerkunst des Experimentators thätig war.

Diese vagabundirenden Künstler spielen in der Geschichte der Alchemie des 16. und 17. Jahrhunderts eine um so bedeutendere Rolle, als der Eifer

für Alchemie zu dieser Zeit immer noch im Steigen ist. Der Abbruch, welcher der praktischen Alchemie aus der Reformation durch die Aufhebung vieler Klöster erwuchs, wurde reichlich ersetzt durch die vermehrte Publicität, welche nun viele alchemistische Schriften bekamen, die früher nur ganz locales Ansehen genossen hatten. Die protestantische Geistlichkeit zeigte sich auch der Alchemie nicht abgeneigt; die Potentaten begünstigten sie mehr als je, arbeiteten auch ämsig selbst, und boten den fahrenden Alchemisten willig Aufmunterung dar. Die Gelehrten aller Fächer glaubten an die Richtigkeit der hermetischen Kunst, und die wenigen Zweifler wurden vor der Einstimmigkeit der übrigen kaum bemerkt. Stellung der Alchemisten

Den Geist jener Zeit bezeichnet sehr gut das öffentlich ausgesprochene Verlangen des gelehrten Dr Joachim Tancke (geboren 1557 zu Perleberg in der Mark, Professor der Medicin zu Leipzig, gestorben 1609), man solle auf Universitäten einen eigenen Professor der Alchemie bestellen, den Geber und Raymund Lull neben dem Galenus expliciren, und die alten alchemistischen Bücher eben so gut zum Gegenstand der Erklärung nehmen, als das Corpus juris. Die Folgen von solchen öffentlichen Empfehlungen waren denn, daß sich vom König bis zum Handwerker und Bauer alles mit Alchemie abgab; Verschwender und bankerotte Kaufleute suchten darin das Mittel, wieder zu Vermögen zu gelangen; reiche Leute glaubten ihr Geld nicht besser anlegen zu können, als indem sie die Kosten zur Darstellung des Steins der Weisen damit bestritten. Die eigentlichen gelehrten Alchemisten waren damit nicht zufrieden, daß ihre Kunst so gemein gemacht wurde, und ergossen ihre Klagen darüber in Poesie und Prosa. Von den Mitgliedern der gleich zu erwähnenden alchemistischen Gesellschaft zu Nürnberg, die sich für absonderlich hochbegabt hielten, haben wir namentlich solche Schilderungen von dem Mißbrauche der hermetischen Kunst, welche über den Zustand der Alchemie im Anfange des 18. Jahrhunderts ganz gut belehren; ein dortiger Pastor Chr. Bezzel dichtet um 1700:

Wer im gemeinen Dienst dem Staat nichts nützen kann,
Wer jung, als Passagier, sein Hab und Gut verthan,
Will nun im Müssiggang, aus Gläsern, Rauch und Kohlen
(Schaut doch dies Wunderwerk) des Schadens sich erholen.

Ein Anderer, Franz Gassmann aus Schlesien (welcher als Arzt zu Passau lebte, mit der Nürnberger Gesellschaft in eifriger Correspondenz stand, und als alchemistischer Schriftsteller unter dem Namen Pantaleon

Stellung der Alchemisten. sich ungemeinen Ruf erwarb), läßt sich in seinem Examen alchemisticum (1676) vernehmen:

Es will fast Jedermann ein Alchemiste heißen,
Ein grober Idiot, der Junge mit dem Greisen;
Bartscheerer, altes Weib, ein kurzweiliger Rath,
Der kahlgeschorne Münch, der Priester und Soldat.

Es war um 1700 kein Stand, in welchem sich nicht Alchemisten gefunden hätten; schon früher indeß waren sie so zahlreich, daß sogar die Errichtung eigener alchemistischer Gesellschaften möglich war.

Alchemistische Gesellschaften. Bis zum Anfange des 17. Jahrhunderts arbeiteten die Alchemisten meist einsam, Keinem trauend, und offene mündliche Mittheilung sogar als sündhaft ansehend. Jetzt aber veranlaßte das allgemeine Streben nach Metallverwandlung und der ungünstige Ausgang, welchen die Versuche der meisten Alchemisten genommen hatten, daß Mehrere gemeinsam versuchten, was dem Einzelnen zu vollbringen zu schwer fiel. Es bildeten sich Gesellschaften, mit dem Zwecke, gemeinschaftlich an dem Stein der Weisen zu arbeiten. Bei den Arabern, wo sich mit dem Glauben an den Stein der Weisen frömmelnde Schwärmerei nie verbunden hatte und offene Discussion über den ersteren Gegenstand nie als sündhaft betrachtet worden war, scheint schon früher collegialische Berathung hinsichtlich der Mittel, das große Geheimniß zu erlangen, gepflogen worden zu sein, wenigstens berichtet Leo Africanus aus dem Ende des 15. Jahrhunderts, daß die Alchemisten zu Fez an der Nordküste von Afrika täglich gegen Abend in einer Moschee zusammengekommen seien, um sich über die Fortschritte in ihren Untersuchungen zu unterhalten und zu belehren. Im Anfange des 17. Jahrhunderts erst kommen solche Vereinigungen in großem Maßstabe auch in dem abendländischen Europa vor. Kleinere Associationen wurden zwar schon früher versucht (wie z. B. 1539 ein hermetischer Verein in Paris bestand, wo durch tägliches Philosophiren die Kunst gefördert werden sollte), allein ihre Existenz war stets nur ephemer, und ihr Einfluß auf die Alchemie kaum wahrnehmbar. Rosenkreuzer. Einen wirksamen Anfang machte erst die Gesellschaft der Rosenkreuzer, Fraternitas roseae crucis, deren Treiben sich bis über die Mitte des 18. Jahrhunderts erstreckt. Einem Scherz ihre Entstehung verdankend, wurde diese Gesellschaft eine der verbreitetsten und einflußreichsten aller Zeiten. Ein würtembergischer Geistlicher, Johann Valentin Andreä, hatte das

Alchemistische Gesellschaften. Rosenkreuzer.

tolle Streben der Alchemisten und den theosophischen Unsinn, welchen sie mit dem Glauben an die Allwirksamkeit des Steins der Weisen verbanden, näher kennen gelernt; als Satyre darauf schrieb er eine »Chymische Hochzeit des Christian Rosenkreuz«, welche, von 1603 an in Handschriften circulirend, von 1616 an durch den Druck bekannter wurde. Er stellte die herrschenden Ansichten als die einer geheimen Gesellschaft dar, deren Ursprung er genau angab. Ein gewisser Christian Rosenkreuz habe um 1378 den Orient bereist, und sich dort in alle Mysterien der hermetischen Kunst einweihen lassen. In sein Vaterland zurückgekehrt, habe er nur wenigen ausgezeichneten Männern Einiges davon mitgetheilt; die Enthüllung aller Geheimnisse aber habe man in den ersten Jahren des 17. Jahrhunderts in seinem Grabe schriftlich niedergelegt gefunden, und einem kleinen Cirkel der Würdigsten gehöre jetzt die Kenntniß von dem Stein der Weisen und dem Mittel, das Leben zu verlängern, an. Diese Gesellschaft nenne sich die der Rosenkreuzer, und der Eintritt in dieselbe sei nur den ausgezeichnetsten Denkern und den eifrigsten Spagirikern gestattet — Was anfangs nur als Satyre dem Autor vorgeschwebt hatte, trat bald in Wirklichkeit ein. Kaum war die Idee zu einer solchen Gesellschaft gegeben, als sich auch schon Leute fanden, die ihr beitreten wollten, und andere, welche sich als ihr angehörig bekannten und für sie warben. Viele Alchemisten, viele Geistliche und viele Aerzte zählten sich zu ihr, nicht bloß in Deutschland, sondern auch in Holland, Frankreich, England und Italien. In Bezug auf Alchemie bestanden eigentlich eine Menge kleiner Rosenkreuzergesellschaften; einzelne stellten sich als Obere des geheimnißvollen Bundes hin, nahmen andere auf, ließen diese nach dem Stein der Weisen suchen, und versprachen, auf zuverlässige Berichterstattung aller zu findenden Entdeckungen hin solle den untergeordneten Mitgliedern das große Geheimniß mitgetheilt werden, sobald sie durch gehörige Leistungen in der hermetischen Kunst sich als dieser Auszeichnung würdig bewähren würden. Bald indeß gab es, wie es bei einer solchen Verwirrung nicht fehlen konnte, Reibungen zwischen den einzelnen Cirkeln, welche alle doch dem großen Bunde angehören wollten; eine Partei warf der andern vor, daß sie eigentlich nicht von den ersten Stiftern der Gesellschaft abstamme (was ein gegründeter Vorwurf war, da er jeden Rosenkreuzer traf), und die einsichtsvolleren Alchemisten zogen sich allmälig zurück. — Die Gesellschaft der Rosenkreuzer hat hauptsächlich dazu gedient, in die Bestrebungen der Alchemie noch mehr

Alchemistische Gesellschaften. Rosenkreuzer.

Mystik hineinzubringen; in anderen Wissenschaften hat sich dieser ihr Einfluß noch intensiver gezeigt, ein genaueres Eingehen auf diesen Gegenstand liegt indeß nicht im Plane dieses Buches.

Zu derselben Zeit, im Anfange des 17. Jahrhunderts, bestand auch in Süd-Frankreich eine alchemistische Gesellschaft, welche von ihrem Stifter die Rose'sche (Collegium Rosianum) hieß, und wegen der Namensähnlichkeit oft mit dem Rosenkreuzerbunde verwechselt wurde. Die Rose'sche Gesellschaft hatte außer der Metallverwandlung und der Auffindung der Universalarznei auch das Perpetuum mobile zum Gegenstand ihrer Forschungen gemacht; um 1630 erregte sie einiges Aufsehen, da ein Eingeweihter, Peter Morne, die Geheimnisse, welche er erfahren hatte, erst den Generalstaaten der Niederlande zum Kaufe anbot, und da abgewiesen sie in einer eigenen Schrift bekannt machte. Neues fand sich darin nicht, aber wohl schon Anderen länger und besser Bekanntes.

Nürnberger alchemistische Gesellschaft.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts finden wir mehrere alchemistische Gesellschaften, welche theils aus der Absonderung einzelner Fractionen des Rosenkreuzerbundes entstanden sein mögen, theils aus der zufälligen Vereinigung selbstständiger Alchemisten an einem und demselben Orte. Unter diesen ist die Alchemische Gesellschaft in Nürnberg zu nennen, welche durch die Zahl der einheimischen Mitglieder und durch den lebhaften Verkehr, welchen sie mit auswärtigen Kunstgenossen unterhielt, bekannter geworden ist. Sie erhielt sich auch ziemlich lange; 1654 gegründet bestand sie noch nach 1700. Geistliche aus Nürnberg waren ihre Gründer und vorzüglichsten Mitglieder; auch einige Aerzte waren darin thätig; der berühmteste Mann indeß, welcher ihr angehörte, ist der berühmte Philosoph Leibnitz, welcher 1666 und das folgende Jahr Secretair des Vereins war, die praktischen Arbeiten leitete und aufzeichnete, die Correspondenz besorgte u. s. w. Leibnitz indeß gab bald diese Stellung auf; doch blieb ihm eine gewisse Vorliebe für die Alchemie, welche noch später mehrere chemische Arbeiten von seiner Seite veranlaßte, und ihn selbst in den letzten Jahren seines Lebens die Richtigkeit der hermetischen Kunst nie ganz verleugnen ließ.

Die Buccinatoren.

Es ist zweifelhaft, ob zu den alchemistischen Gesellschaften auch die Buccinatores zu rechnen sind, oder was es überhaupt mit den letzteren für eine Bewandtniß hatte. Im Jahre 1679 erschien nämlich eine Epistola buccinatoria, qua inaudita conjuratio adeptorum in chemia phi-

losophorum ab iisdem condita et prodita universis per Europam curiosis fideliter indicatur et dicatur. Die Epistel ging von Leuten aus, welche den Stein der Weisen gern gehabt hätten, aber sich nicht die Kraft zutraueten, ihn zu finden. Sie forderten also die wahren Adepten auf, das Geheimniß ihnen mitzutheilen; sollte solches aber bis zu dem 1. Januar 1684 nicht geschehen, so wollten sie noch 600 Alchemisten in die Buccinatorengesellschaft aufnehmen, und alle sollten vereint an der Darstellung des Steins der Weisen und der Prüfung der älteren Angaben arbeiten. Wären drei Jahre bei dieser Arbeit verflossen, ohne daß das Ziel erreicht wäre, so wollten sie die ganze hermetische Philosophie vor aller Welt prostituiren, und als Lug und Trug ansehen lassen. Die Adepten möchten sich indeß nicht wundern, daß sie auf so ungewöhnliche Art zur Mittheilung ihres Geheimnisses genöthigt würden; die Buccinatoren verständen zwar die Theorie der Kunst so gut als irgend einer, aber ihre höheren Beschäftigungen ließen ihnen nicht zu, sich mit der Praxis abzugeben; eine Mittheilung des Geheimnisses käme also nur an vollkommen Würdige. — Diesem ersten Briefe folgten noch zwei andere, in deren einem sie die Beschwörung noch dringender wiederholten, in deren anderem aber sie ihren Bruch mit der Alchemie offen verkündeten. — Davon, ob die Drohung ausgeführt worden ist und die Buccinatorengesellschaft die angekündigte Ausdehnung erhalten hat, wurde seitdem nichts Genaueres bekannt. Einzelne Antworten auf ihre Briefe blieben nicht aus, welche sie über die Unmöglichkeit der Mittheilung des Geheimnisses belehrten, und zugleich ihnen durch historische Belege und sonstige Schlüsse die Richtigkeit der hermetischen Kunst beweisen wollten.

Alchemistische Gesellschaften. Die Buccinatoren

Den Buccinatoren nicht unähnlich waren die Vertreter der hermetischen Gesellschaft, welche in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts in Deutschland viel Aufsehen erregte. Auch hier war die Gesellschaft eine nur simulirte; sie bestand nur aus zwei Individuen, welche sich als Repräsentanten eines großen Vereins gerirten. Ich werde darauf bei der Betrachtung des Verfalls der Alchemie zurückkommen.

Hermetische Gesellschaft.

Die alchemistischen Gesellschaften verfehlten alle den Zweck ihrer Constitution; wenigstens erkannten viele Alchemisten selbst an, daß durch Zusammenwirken mehrerer die Darstellung des Steins der Weisen nicht gefördert werde. Außerdem aber war häufig auch das Zusammenarbeiten mehrerer da um so gefährlicher, wo die Alchemie gesetzlich verboten war, und schon

früh war dies an vielen Orten der Fall, wenngleich die desfallsigen Gesetze immer nur kurze Zeit ihr Ansehen behaupteten und öfters förmlich zurückgenommen wurden.

Verbote der Alchemie.

Das erste Verbot, welches die Alchemie traf, war auch das allgemeinste; es ging von dem päpstlichen Stuhle aus, und seine Wirkung sollte sich auf die ganze Christenheit erstrecken. In der Bulle Spondent quas non exhibent etc. verdammte 1317 Papst Johann XXII. alle und jede alchemistische Bestrebung. Er beschuldigt darin die Alchemisten, daß sie, obwohl unwissend in der Kunst, Metalle zu verwandeln, doch Andere darin unterrichten wollen, daß sie sich als Adepten zu beglaubigen suchen, indem sie gold- oder silberähnliche Metalle für wahres Gold oder Silber verkaufen und so die Leute betrügen. Er verdammt die Alchemisten im Allgemeinen, und bestimmt für sie Geldstrafen; Weltliche sollen für ehrlos erklärt werden, Geistliche aber ihrer Würde verlustig gehen und als unfähig zum geistlichen Stande zu betrachten sein.

Die Wirkung dieser Bulle war eine nur sehr kurz dauernde. Es trug hierzu besonders bei, daß Papst Johann XXII. selbst später in den Ruf eines Alchemisten kam; ob mit Recht oder Unrecht, ist nicht ausgemacht, aber bald nach seiner Zeit ward eine Abhandlung, Ars transmutatoria, als von ihm herrührend bekannt, und fand später vielfache Verbreitung. — Aus den ersten Jahren nach der Erlassung der Bulle finden wir, namentlich in Deutschland, ein paar Fälle von Verfolgung einzelner Geistlichen wegen Ausübung der Alchemie, aber bald, wie wir schon oben gesehen haben, erhob sich die hermetische Kunst wieder, wurde offen ausgeübt, und an die Anwendung des päpstlichen Decrets nicht mehr gedacht.

Die Betrügereien, welche aus den alchemistischen Bestrebungen hervorgingen, indem viele Anhänger dieser Kunst Alles, was goldähnlich aussah, Anderen als Gold annehmbar zu machen suchten, veranlaßten indeß bald auch andere Staaten, der Ausübung der hermetischen Kunst gesetzliche Hindernisse in den Weg zu legen. So wurde schon 1380 in Frankreich von Karl V. ein Gesetz erlassen, wonach bei strenger Strafe jede Beschäftigung mit Alchemie und selbst der Besitz chemischer Geräthschaften, wie Oefen u. dgl., untersagt war. So fanden sich König Heinrich IV. von England und sein Parlament 1404 bewogen, die alchemistische Erzeugung und Vermehrung des Goldes und Silbers streng zu verbieten; die Uebertreter dieses

Gesetzes sollten als der Felonie schuldig behandelt werden. Ebenso erklärte sich der hohe Rath von Venedig 1488 gegen die Alchemie, und verbot streng jede Beschäftigung, welche mit dieser Kunst zusammenhängt. Alle diese Gesetze fruchteten indeß nichts; wir haben oben (Seite 172 f.) schon gesehen, daß im Gegentheil bald die Alchemie an den Rechtsgelehrten eine Stütze fand. Verbote der Alchemie.

Die Nichtachtung gesetzlicher Verordnungen, welche die Alchemie verboten, und überhaupt das Ansehen, welches der Glaube an die Möglichkeit der Metallverwandlung gefunden hat, ist besonders dem Umstande zuzuschreiben, daß die Fürsten selbst, statt die von ihren Vorgängern gegebenen Gesetze aufrecht zu halten, im Gegentheil sich als die eifrigsten Patrone der Alchemie bewiesen, und um eine deutlichere Anschauung von dem Ansehen zu geben, in welchem diese Kunst bei vielen gekrönten Häuptern stand, will ich hier einiges Nähere über die vorzüglichsten Beschützer der hermetischen Kunst mittheilen.

Hohe Potentaten haben schon früh die Alchemie ihres besonderen Schutzes gewürdigt, da ein daraus entspringender Zuwachs an Reichthum der Förderung ihres Ansehens nur zuträglich sein konnte. Schon Sultan Kalid, welcher um 1150 unter der Oberhoheit des Kalifats zu Bagdad in Aegypten regierte, soll eine Menge Alchemisten um seinen Thron versammelt haben, und figurirt selbst in Sammlungen alchemistischer Schriften als Verfasser mehrerer Abhandlungen. Auch im Abendlande fand die hermetische Kunst eifrige Beschützer an vielen Fürsten. Arnoldus Villanovanus durfte eine epistola de alchymia an den König von Neapel richten, welcher ihn beschützte; König Alphons X. von Kastilien (gestorben 1284) wird als alchemistischer Schriftsteller aufgeführt. Robert Bruce, welcher von 1306 bis 1329 in Schottland regierte, begünstigte die Alchemie, und man hat von Raymund Lull eine an diesen König gerichtete epistola accurtationis lapidis. Diese Vorliebe für die hermetische Kunst blieb auch später noch bei den Fürsten der britannischen Insel; in England war zwar das ebenerwähnte Gesetz gegen die Alchemie 1404 gegeben worden, allein schon 1423 wurde seine Kraft gänzlich aufgehoben. In diesem Jahre bestieg Heinrich VI. den englischen Thron, und wie dieser König allen geheimen Wissenschaften zugethan war, so begünstigte er vorzugsweise die Alchemie. Bei dem Geldmangel, in welchen er durch innere und äußere Kriege gerieth, hoffte er Abhülfe von der Alchemie; in vier auf einander Patrone der Alchemie.

Patrone der Alchemie.

folgenden Decreten forderte er alle Edeln, Doctoren, Professoren und Geistlichen auf, sich dem Studium dieser Kunst nach Kräften zu widmen, damit man Mittel gewinne, die Staatsschulden zu bezahlen. Die Geistlichen namentlich, meinte der König, sollten sich um die Erfindung des Steins der Weisen bemühen, und da sie ja Brot und Wein in Christi Leib und Blut verwandeln könnten, so werde es ihnen mit Gottes Hülfe auch wohl gelingen, eine Transsubstantiation der unedlen Metalle in Gold zu bewirken. — Bald fanden sich auch Künstler, welche dem König ihre Dienste anboten; zwar nicht Geistliche, welche letztere nothwendig die Heiligkeit der Religion in jener Aufforderung verletzt sehen mußten, aber industriöse Männer, welche mindestens Präparate lieferten, die der König nicht allein für Gold hielt (und das ist noch zweifelhaft), sondern auch geprägt als gute Münze weiterhin verbreitete. So erhielt schon 1440 ein Compagniegeschäft Fauceby, Kirkeby und Ragny ein Privilegium, Gold zu machen; von 1444 bis 1452 erhielten noch acht andere Künstler die Erlaubniß, unedle Metalle in probehaltiges Gold oder Silber zu verwandeln. Es mag aber mit der Probe nicht sehr streng genommen worden sein, das Ergebniß war weiter nichts, als Betrug und falsches Geld, nur daß die Falschmünzerei unter des Königs Aegide betrieben wurde. Soviel sich jetzt noch von der Sache herausbringen läßt, wurde hauptsächlich Kupferamalgam für Gold ausgegeben, was bei dem Putzen die Farbe des Goldes annimmt, sich gießen und auch prägen läßt, ziemlich schwer ist, und nur in starkem Feuer zersetzt wird. Um nicht die eigenen Unterthanen zu betrügen und ärmer zu machen, wurde das so erhaltene falsche Gold hauptsächlich in die Nachbarstaaten zu spielen gesucht, die indeß die Sachlage bald erkannten, und sich zu schützen oder zu revanchiren suchten. Das schottische Parlament befahl schon 1449, in allen Häfen des Reichs und vornehmlich an der englischen Grenze zu wachen, daß kein falsches Geld eingebracht werde, und 1450 wurden noch mehrere Anordnungen getroffen, welche zwar den Handel sehr erschwerten, aber unerläßlich gefunden wurden, um nicht durch die neue englische Industrie benachtheiligt zu werden. — In Frankreich machte man es anders; man machte gleichfalls falsches Geld, welches die Engländer gern nahmen, da es nicht das englische Gepräge trug. Nach Entfernung der Engländer indeß blieb in Frankreich viel unächte einheimische Münze zurück, und die Erbitterung darüber wandte sich vorzüglich gegen einen gewissen Jaques Le Cor (auch Le Coeur oder Cuer genannt), der im Rufe

eines Adepten stand und dem König Carl VII. von Frankreich das Metall zur Anfertigung von Goldmünzen geliefert haben sollte. Jaques Le Cor war ursprünglich Kaufmann, aber von dem König während des Kriegs zu dem Director seiner Finanzen ernannt worden, und von ihm ging wahrscheinlich das Project der Wiedervergeltung gegen die Engländer aus. Der allgemeine Unwille forderte ein Opfer für den Betrug des eigenen Landes, und fand sich nur wenig befriedigt, als Le Cor 1453 vom König zur Landesverweisung verurtheilt wurde.

Patrone der Alchemie.

In England dauerte die patentirte Goldmacherei auch noch später fort. Eduard IV. ertheilte 1468 einem Alchemisten Richard Carter neben freier Wohnung im Schlosse Woodstock die Erlaubniß, drei Jahre lang seine Kunst in allen Metallen und Mineralien zu versuchen. Derselbe gab noch 1476 einer Compagnie auf vier Jahre das Privilegium »natürliche Philosophie treiben und Gold aus Quecksilber machen zu dürfen«. Weder von gutem Erfolg hat man je etwas vernommen, noch ist anderseits Klage über ähnliche Mißbräuche, wie die oben bezeichneten, erhoben worden.

Goldähnliche Substanzen sind indeß leichter zu gewinnen als Gold selbst, und wenn das letztere nicht gelingt, so liegt es nahe, die ersteren dafür auszugeben; diesen Erfolg hatten auch die alchemistischen Künste eines gekrönten Haupts in Deutschland. Johann von Laaz, ein böhmischer Alchemist, besuchte um 1440 die Kaiserin Barbara, die zweite Gemahlin des deutschen Kaisers Sigismund, welche sich viel mit Alchemie beschäftigte. Die hohe Dame machte dem Kunstgenossen angebliches Silber aus Kupfer mit Arsenik, auch vermehrte sie ein gegebenes Gewicht Gold durch Zusatz von Kupfer und Silber; beiderlei Producte verkaufte sie dem gemeinen Volk als reines Silber und Gold.

Ehrlicher meinten es andere Fürsten und man kann ihnen nur vorwerfen, daß sie sich täuschen ließen, und mehr Geld an dieser Liebhaberei verschwendeten, als recht war. Aber nicht jeder Fürst war so klug, die Alchemie nur so weit zu begünstigen, wie Papst Leo X.; diesem dedicirte 1514 ein Alchemist Augurelli ein Gedicht, Chrysopoeia betitelt, wofür zum Lohne ihm der Papst einen leeren Beutel verabreichen ließ, meinend, wer solche Kunst besäße, dem fehle nur der Beutel, um das zu machende Gold hinein zu thun. — Mit mehr Interesse nahmen sich besonders in Deutschland die Fürsten der Alchemie an. Ihre Bestrebungen, einen Besitzer des

Patrone der Alchemie.

Steins der Weisen in ihren Dienst zu erlangen, lassen sich nur mit der leidenschaftlichen Betreibung eines Glücksspiels vergleichen; man hielt damals Alchemisten auf seine Kosten, wie man jetzt Lotterieloose kauft; ein reicher Fürst hielt sich viele, weniger wohlhabende Dynasten nahmen gemeinschaftlich zu zwei oder vier einen hoffnungsvollen Goldkünstler in ihren Sold. Wie bei dem Spiel, so leiteten auch hier dieselben chimärischen Hoffnungen auf plötzlichen übergroßen Reichthum, dieselbe Unschlüssigkeit, nach stets mißlungenen Versuchen von der weiteren Verfolgung unsicherer alchemistischer Processe abzustehen. Wenige Fürstenhäuser der damaligen Zeit widerstanden der noblen Passion, Alchemisten zu halten. Der schon oben genannte Johann von Brandenburg, Burggraf zu Nürnberg, ist hier abermals zu erwähnen; seine Residenz auf der Plassenburg bei Culmbach war der Parnaß der deutschen Alchemisten um die Mitte des 15. Jahrhunderts. In diesem Zeitraume zählte die Alchemie noch viele hohe Beschützer in Deutschland, aber keiner hat diese Kunst in dem Grade begünstigt, wie das folgende Jahrhundert Patrone derselben aufzuweisen hat. Unter diesen, dem 16. Jahrhundert angehörigen, ist vorzüglich Kaiser Rudolph II. zu nennen, welcher 1576 den deutschen Thron bestieg, bis 1612 regierte, und meist in Prag residirte.

Ob der deutsche Hermes Trismegistus, wie die Alchemisten ihren Schutzherrn nannten, selbst Adept oder nur Dilettant war, darüber sind die Aussagen seiner Kunstgenossen nicht übereinstimmend. Die ungemeinen Reichthümer, welche an Gold und Silber in seinem Nachlaß gefunden wurden, betrachteten Viele als das Ergebniß der hermetischen Kunst, während Andere darin nur die Ersparnisse aus seinen kaiserlichen Einkünften bei beschränkter Hofhaltung erblicken wollten. — Jedenfalls aber war sein Thun und Treiben wenigstens in den letzten Jahren seiner Regierung haupsächlich auf Alchemie gerichtet, und seine Umgebung bestand vorzugsweise aus Spagirikern. So war das Haus seines Leibarztes, des Thaddäus von Hayek, stets der Ort, wo sich fahrende Alchemisten anmeldeten, und sich durch ein vorläufiges Experiment als kunstfertig genug legitimirten, um dem Kaiser vorgestellt zu werden, der sie dann nach Verdienst und eigener Schätzung behandelte. So waren auch seine Kammerdiener alle zugleich Alchemisten, die ihrem Herrn bei seinen unablässigen hermetischen Arbeiten helfen mußten, und sein Hofpoet, ein Italiäner Mardochäus de Delle, scheint sonst wenig mehr gedichtet zu haben, als deutsche

Reime, welche die Schicksale der verschiedenen Alchemisten, die mit dem Prager Hof in Berührung kamen, schildern, und uns zum Theil noch aufbewahrt sind. Patrone der Alchemie.

Kaiser Rudolph belohnte im Allgemeinen die Alchemisten sehr großmüthig, sobald sie ihm wahrhafte Beweise für die Richtigkeit ihrer Kunst ablegten, und zeichnete sie durch Standeserhöhung und gnädige Vertraulichkeit aus. So kam 1585 ein Engländer Kelley nach Prag, der in seinem Vaterlande Talbot geheißen und eine Notariatsstelle bekleidet hatte, aber eine Namensänderung für vortheilhaft gefunden haben mag, weil er der Verfälschung von Urkunden überwiesen und mit abgeschnittenen Ohren fortgejagt worden war. Dieser Ehrenmann kam nach Prag in Gesellschaft eines Landsmanns, des Dr. Dee, welcher sich viel mit Magie und Geisterbeschwörung abgab; beide traten hier als Inhaber des Steins der Weisen auf, welchen Kelley durch Zufall, aus dem Nachlaß eines längst verstorbenen englischen Bischofs, erlangt haben wollte. Kelley machte vor dem Kaiser mehrere Verwandlungen des Quecksilbers in Gold, und da er der erste Alchemist war, von welchem der Kaiser unzweifelhafte Beweise für die Richtigkeit der hermetischen Kunst erhielt, so wurde er in den böhmischen Freiherrnstand erhoben und mit allen möglichen Gnadenbeweisen überschüttet. Die hohe Gunst nahm aber bald ein Ende, als der Kaiser nicht mehr damit zufrieden war, Beweise für die Existenz der Metallverwandlung gesehen zu haben, sondern in seiner Wißbegierde so weit ging, daß er auch die Bereitung des Steins der Weisen selbst kennen lernen wollte. Auf den Ausgang dieser Adeptengeschichte werde ich nachher zurückkommen. — So wurde auch ein gewisser Sebald Schwerzer, der von 1585 an mit dem Kurfürsten August von Sachsen, dann mit dessen Nachfolger Christian laborirt hatte, und nach des Letzteren Tode (1591) sich an Kaiser Rudolph wendete, von diesem in den Adelstand erhoben und mit dem Amt eines Berghauptmanns in Joachimsthal begnadigt, wo er 1601 starb. Von anderen Adepten, welche in Prag das Handwerk grüßten und Auszeichnung fanden, nenne ich noch den Polen Sendivogius, dessen im Verlauf dieser Geschichte öfters erwähnt werden wird; er theilte 1604 an Rudolph etwas von seiner Tinctur mit, so daß der Kaiser eigenhändig die Metallverwandlung bewerkstelligen konnte; und daß dieser wenigstens von der Richtigkeit der Sache überzeugt war, beweist die marmorne Tafel, welche er in dem Saale des Pra-

Patrone der Alchemie.

ger Schlosses, wo die Transmutation geschehen war, mit der Aufschrift setzen ließ:

Faciat hoc quispiam alius
Quod fecit Sendivogius Polonus.

Außer Rudolph II. begünstigte in Deutschland gegen das Ende des 16. Jahrhunderts noch besonders Kurfürst August von Sachsen (der von 1553 bis 1586 regierte), die Alchemie. Er hatte sein eigenes Laboratorium in Dresden, welches vom Volke das Goldhaus genannt wurde, arbeitete eigenhändig, und in mehreren seiner Briefe, die uns noch erhalten sind, bekennt er sich als Besitzer des großen Geheimnisses der Metallveredlung. So schrieb er 1577 an einen italienischen Alchemisten Francesco Forense: Jam eo usque in hoc genere pervenimus, ut ex octo argenti unciis auri perfectissimi uncias tres singulis sex diebus comparare possemus. Seine Gemahlin, Anna von Dänemark, war gleichermaßen der Alchemie zugethan, und hatte auf ihrem Lustschloß zu Annaberg ein großes Laboratorium, welches Kunkel als das größte und ausgezeichnetste, was je existirt habe, rühmt. Kurfürst August indeß nahm nicht so willig jeden fahrenden Adepten in seinen Schutz, wie es Kaiser Rudolph that; er hatte im Gegentheil seine beständigen Alchemisten, unter welchen namentlich die in dieser Geschichte mehrmals erwähnten Beuther und Schwerzer bekannt geworden sind; der große Reichthum, welchen man nach seinem Tode vorfand (vgl. Seite 175), war allen Alchemisten vollgültiger Beweis, daß sein unverdrossenes Streben auch Belohnung gefunden habe, obgleich die Zweifler alles vorhandene edle Metall nur als die Ausbeute des erzgebirgischen Bergbaues, welcher unter ihm in seiner höchsten Blüthe bestand, betrachten wollen. — Kurfürst Christian von Sachsen, welcher auf August folgte, betrieb gleichfalls die Alchemie eifrig.

Die Geschichte meldet nicht, daß in Sachsen über diese alchemistischen Bestrebungen der Regenten geklagt worden sei, woraus man schließen darf, daß weder falsches Geld als Resultat der Arbeiten in Umlauf gesetzt wurde, noch daß die nöthigen Ausgaben die Mittel der erlauchten Künstler überschritten. In anderen Ländern hingegen wurde die Goldmachersucht der Fürsten zur Plage des Landes. So in Würtemberg, wo Herzog Friedrich (geboren 1557, gestorben 1608) die Entdeckung des Geheimnisses erzwingen wollte, allein ohne den geringsten Vortheil nur betrügerischen Alchemisten zur Beute ward. In dem Städtchen Grossachsenheim

war sein Laboratorium, wo jeder gute Taschenspieler Unterkunft und Gelegenheit fand, sich auf Kosten des Landes zu bereichern, die Ausgaben für diese Anstalt wurden dem Volke so drückend, daß die Landstände wiederholt dagegen Einspruch thaten. Ich werde nachher mehrerer Alchemisten zu erwähnen haben, welche das Vertrauen Friedrich's mißbraucht hatten, und deren Betrügerei entdeckt und bestraft wurde.

Patrone der Alchemie.

Gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, wo durch den dreißigjährigen Krieg die Finanzen fast aller deutschen Fürsten beträchtliche Störungen erlitten hatten, waren die Alchemisten besonders an Höfen gesucht, da hier eine Bewährung ihrer Kunst als sehr zeitgemäß erscheinen mußte. Zu dieser Zeit werden als besondere Gönner der Alchemie die Herzoge Ernst von Baiern, Heinrich Julius von Braunschweig, Franz von Lauenburg, die Kurfürsten Friedrich von der Pfalz und Johann Philipp von Mainz und noch viele Andere genannt; die Geschichte hat keine Beweise aufbewahrt, daß einer dieser Herren Gewinn von seinen Unternehmungen gezogen; Münzen aus jener Zeit, die mit alchemistischen Zeichen versehen sind, galten zwar lange als Belege dafür, allein es ist erwiesen, daß diese Zeichen nur Merkmale der verschiedenen Münzmeister waren, wie diese sich noch jetzt oft besondere Abzeichen wählen. Wohl aber berichtet die Geschichte die Entdeckung vieler alchemistischer Betrügereien und die Bestrafung der Uebelthäter aus jener Zeit.

Die Erfolglosigkeit, welche die derartigen Bemühungen der Regenten aus der Mitte des 17. Jahrhunderts hatten, hielt indeß später einzelne Fürsten nicht ab, doch noch der Alchemie sich anzunehmen. Christian IV. von Dänemark ernannte 1646 einen gewissen Kaspar Harbach zu seinem Leibalchemisten; sein Nachfolger, Friedrich III., welcher von 1648 bis 1670 regierte, traute ebenso unbedingt einem Italiener Borri, welcher sich ihm als Besitzer des Steins der Weisen und als Herr über verschiedene böse Geister zu erkennen gab. — In Deutschland war Kaiser Ferdinand III. (die Zeit seiner Regierung fällt zwischen 1637 und 1657) ein besonderer Patron der Alchemisten; Richthausen, der Ueberbringer der Substanz, womit die Seite 171 erwähnte großartige Transmutation von Quecksilber in Gold bewerkstelligt wurde, wurde von ihm zum Freiherrn von Chaos ernannt, obgleich derselbe die Bereitung des Steins der Weisen selbst zu kennen leugnete; auch der Kaiser Leopold I. (welcher von 1658 bis 1705 regierte) bezeigte den Alchemisten besondere

Patrone der Alchemie.

Aufmerksamkeit; den Augustinermönch Wenzel Seyler, welcher ihm angeblich Zinn in Gold verwandelte (vgl. Seite 172), ernannte er zum Freiherrn von Reinersberg, und der Betrug, den dieser gespielt hatte, wurde erst zu spät entdeckt. So ließe sich noch eine ganze Reihe von Fürsten nennen, welche die Alchemie mit ihrem Patronat beehrten; es möge genügen anzuführen, daß selbst noch König Friedrich II. von Preußen, welcher später di: Alchemie gern verspottete, doch früher alchemistischen Beschäftigungen nicht ganz abhold war, wie man daraus schließen darf, daß 1751 eine Frau von Pfuel aus Sachsen mit zwei Töchtern nach Potzdam kam, um unter des Königs Protection und auf seine Kosten sich der Zerlegung und Vermehrung des Goldes zu widmen. Ein besonderer Erfolg wird indeß nicht gemeldet.

Im Allgemeinen hatten die Alchemisten, wenn sie sich an den Höfen großer Herren aufhielten, eine sehr schwierige Stellung. Entweder bekannten sie, daß sie mit der Darstellung des Steins der Weisen noch nicht ganz im Reinen wären und sie nur versuchen wollten, und dann jagte man sie bald mit Schimpf und Schande fort, weil sie nichts zu Stande brachten, oder sie waren weniger ehrlich, und machten Gold; dann wurden sie nach Befund der Sachlage gehängt oder gefoltert; — ersteres, wenn ihnen eine Betrügerei nachgewiesen wurde: um sie zu strafen, — letzteres, wenn sie es so geschickt gemacht hatten, daß ihre Operation als eine wirkliche Metallverwandlung anerkannt wurde: um in den Besitz ihres Geheimnisses zu kommen. Daß ihnen dieses Loos bei großen Herren blühe, stellt schon Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in seinem Tractat de alchymia den Alchemisten vor, und ermahnt sie, alle Beziehungen zu Fürsten zu meiden; und noch im 18. Jahrhundert machten mehrere Anhänger der spagirischen Kunst dahin einschlagende traurige Erfahrungen. Die Geschichte der Alchemie kümmerte sich nicht viel um diejenigen, welche ihre Unwissenheit zu bekennen keinen Anstand nahmen; genauere Notizen hat sie uns über die Entdeckung von Betrügereien aufbewahrt, und über die Grausamkeit, mit welcher habsüchtige Mächtige von vermeintlichen Adepten die Mittheilung des Geheimnisses zu erzwingen suchten.

Das Verfahren der meisten Großen gegen die Alchemisten gleicht dem, welches nach dem Zeugnisse gleichzeitiger Geschichtsschreiber schon am Ende

des 9. Jahrhunderts der Kalif Almansur gegen den Arabischen Arzt Rhases eingeschlagen hatte. Der Kalif war ein Liebhaber der Alchemie, was den Arzt bewog, eine alchemistische Schrift zu verfassen und jenem zu überreichen, wofür ihm eine ansehnliche Belohnung zu Theil wurde, welche er aber zurückgeben mußte und an deren Stelle er die Bastonade erhielt, als die von ihm beschriebenen Processe falsch befunden worden waren. Im Abendlande ging es gerade so. Die Fürsten beschützten die Alchemie, munterten dazu auf, waren ungeduldig, wenn Einer, der sich das große Werk zu versuchen gemeldet hatte, nicht bald zum Ziele kam, und wenn sie dann, wie es kommen mußte, betrogen wurden, so rächten sie sich nach Kräften. In welcher Art und durch welche Kunstgriffe die Betrügereien meist ausgeführt wurden, werde ich unten noch genauer angeben. So ließ 1575 Herzog Julius von Braunschweig-Lüneburg eine Alchemistin Anna Maria Ziegler, genannt Schlüter's Ilse, in einem eisernen Stuhle verbrennen, weil sie ihm Gold zu machen versprochen hatte, aber des Betrugs überwiesen worden war. — Viele Abenteurer durchzogen um jene Zeit als Alchemisten Europa, die meist nur kurze Berühmtheit erlangten, um der Strafe ihrer Betrügereien zu unterliegen. Dahin gehört ein gewisser Graf Mamugnano, der unter diesem Namen von 1578 an Italien durchstreifte, vor großen Herren Gold machte, ihnen auch Recepte dazu für gutes Geld verkaufte, und stets fort war, ehe die Betrügerei entdeckt wurde. Er fand 1588 für gut, Italien zu verlassen, und in Deutschland als Graf Bragadino seine Künste zu zeigen; in Wien machte er eine Metallverwandlung und legitimirte sich als ächten Adepten, in München aber ging es ihm 1590 weniger gut; er ward des Betrugs und der Führung eines falschen Namens für überführt erklärt, und in einem mit Flittergold beklebten Kleide an einem gleichfalls vergoldeten Galgen aufgehängt. Dies war überhaupt die Strafe, welche für falsche Alchemisten üblich war; sie traf auch 1597 einen gewissen Georg Honauer, welcher den vorhin erwähnten Herzog Friedrich von Würtemberg in wenigen Jahren um zwei Tonnen Goldes betrogen haben soll. Der Herzog ließ den eisernen Galgen, den überlebenden Alchemisten zum warnenden Exempel, stehen, und er wurde auch noch mehrmals gebraucht. — Am Ende des 17. und im Anfang des 18. Jahrhunderts gab es noch solche Glücksritter in Menge, die vorzüglich erst Ruf bekamen, wenn durch Criminaluntersuchung ihr Lebenslauf und ihre, gewöhnlich unter sehr verschiedenen

Bestrafung entlarvter Betrüger.

Bestrafung entlarvter Betrüger.

Namen gehegte, vielseitige Thätigkeit bekannt wurde. Christian Wilhelm von Krohnemann gehört hierher, welcher von 1677 bis 1686 am Hofe des Markgrafen Georg Wilhelm von Baireuth den Adepten spielte, Gold machte, und vorzüglich darin excellirte, das Quecksilber härten zu können, wodurch es sich in reines Silber verwandelte. Viele Personen betrog er, bis seine Taschenspielereien 1686 erkannt wurden, wo man ihn dann in Culmbach aufhängte, mit der Beischrift:

Ich war zwar, wie Merkur wird fir gemacht, bedacht,
Doch hat sichs umgekehrt, und ich bin fir gemacht.

Großartiger noch in jeder Beziehung trieb es Don Dominico Manuel Caëtano, Conte de Ruggiero, welcher ein Bauerssohn aus Neapel war, sich als Taschenspieler lange Zeit umhertrieb, und 1695 plötzlich als Inhaber des Steins der Weisen in Madrid unter dem Namen Don Caëtano auftrat. Er erregte hier solches Aufsehen, daß ihn der kurbairische Gesandte daselbst aufforderte, nach Brüssel zum Kurfürsten Maximilian Emanuel von Baiern zu gehen, welcher damals Generalgouverneur der österreichischen Niederlande war. Caëtano folgte dem Rath und ging nach Brüssel, wo er den Kurfürsten bald durch seine Künste vollkommen gewann. Der Fürst suchte den Adepten möglichst an sich zu fesseln, machte ihn zum Feldmarschall, zum Chef eines Infanterieregiments, zum Titularcommandant von München u. s. w., merkte aber erst spät, daß er nur Geld ausgab, ohne welches einzunehmen. Als man genauer auf den Alchemisten achtete, suchte dieser zu entfliehen, und da man hierauf zur genauern Untersuchung schritt, wurden seine Betrügereien klar. Der Kurfürst ließ ihn 1698 nach Baiern abführen, um ihn dort gefangen zu halten, aber 1704 war er schon wieder auf freiem Fuß, und trat nun als Graf Ruggiero in Wien auf, wo er solche Transmutationen machte, daß ihn Kaiser Leopold I. in seinen Dienst nahm, um den Stein der Weisen für ihn in großem Maßstabe auszuarbeiten. Indeß starb der Kaiser, und Ruggiero trat nun in Dienste des damals in Wien residirenden Kurfürsten Johann Wilhelm von der Pfalz, welchem er binnen sechs Wochen 72 Millionen Thaler in Gold zu liefern versprach. Ehe aber noch die Zeit um war, hatte er sich schon mit den erhaltenen Vorschüssen entfernt. Als Graf Caëtano trat er nun 1705 in Berlin auf, wo ihn König Friedrich I. gut aufnahm, hinsichtlich seiner alchemistischen Kunst von angeblich Sachverständigen prüfen ließ,

Bestrafung entlarvter Betrüger.

und endlich der Gnade würdigte, in seiner Gegenwart, der des Kronprinzen und vieler anderen hohen Herren, das Quecksilber pfundweise in Gold verwandeln zu dürfen. Caëtano sicherte dem Könige zu, binnen sechzig Tagen Gold und Silber im Werthe von sechs Millionen Thaler machen zu wollen; er ward dafür wie ein Fürst geehrt und zum General der Artillerie ernannt. Bald merkte man indeß, daß der Adept große Lust hatte, auf Reisen zu gehen; dazu kamen Nachrichten von dem Kurfürsten von der Pfalz und aus Wien, welche den Künstler genauer kennen lehrten. Er wurde verhaftet und nach Küstrin gebracht; er entfloh, wurde aber in Frankfurt a. M. wieder eingeholt; und da er mit dem besten Willen kein Gold machen konnte, wie er es zugesagt hatte, so wurde er 1709 nach gewohnter Weise vergoldet und gehängt. — Die deutschen Industrieritter blieben indeß den italienischen nichts schuldig, und Caëtano fand einen würdigen Nebenbuhler an Johann Hector von Klettenberg aus Frankfurt, der, wegen eines unglücklichen Zweikampfs flüchtig, sich sein Leben mit der Alchemie zu fristen suchte. In Mainz, Bremen, Prag machte er Gold und betrog die Reichen; unter verändertem Namen, als Baron Wildeck, trieb er dasselbe bei dem Herzog von Weimar; unter seinem eigenen wieder ging er zu dem König August II. von Polen nach Dresden, dem er die Ausarbeitung des Steins der Weisen versprach, sich dafür zum Kammerherrn ernennen ließ, und an dem großen Werke nichts that, bis die Geduld des Königs ein Ende hatte, welcher ihn auf den Königsstein abführen und dort 1720 enthaupten ließ.

Behandlung anerkannter Adepten.

Man war indeß trotz so zahlreicher Beispiele weit entfernt, aus den vielen Betrügereien auf die Grundlosigkeit der Alchemie überhaupt zu schließen. Wo die Betrügerei nicht klar vor Augen lag, da mußte der, welcher eine Metallverwandlung bewirkt hatte, als Adept gelten, und hartes Gefängniß oder Tortur wurden angewandt, um von ihm die Mittheilung, wie der Stein der Weisen darzustellen sei, zu erpressen. So befahl 1591 Kaiser Rudolph II., den oben (Seite 197) genannten Kelley festzusetzen, bis er sein Geheimniß ihm mittheile; dieser konnte der Bedingung nicht genügen, suchte sich auf andere Weise frei zu machen, und starb 1597 an den Folgen eines Falles, welchen er bei einem Versuche zur Flucht gethan. — Aehnlich ging es dem David Beuther 1582 in Dresden (vergl. Seite 173), welcher nach Urtheil und Spruch bis zur Mitthei-

Behandlung anerkannter Adepten.

lung seiner Methode, den Stein der Weisen darzustellen, gefoltert werden sollte; der Tag zur Ausführung der Sentenz war schon anberaumt, und Beuther entging der Tortur nur durch das Versprechen, seine Künste offen angeben zu wollen, entzog sich aber der Erfüllung durch schnellwirkendes Gift. — Auf dieselbe Art wurde noch 1603 wieder in Dresden Alexander Setonius behandelt, ein schottischer Edelmann, welcher in der Geschichte der Alchemie eine zu bedeutende Rolle spielt, als daß wir seiner hier nicht ausführlicher erwähnen sollten.

Setonius.

Alexander Setonius Scotus, wie dieser Adept sich eigentlich schrieb, ob er gleich unter dem Namen Cosmopolita reisete, wurde zuerst 1602 als Besitzer des Steins der Weisen bekannt. Um diese Zeit trat er in den Niederlanden auf, und eine Menge Transmutationen wurden von dort bekannt. Es ist billig, hier zu bemerken, daß bei keiner Metallverwandlung, welche von ihm ausging, je über Betrügerei Klage erhoben wurde. Im Jahre 1603 war er in der Schweiz und im Elsaß, wo er gleichfalls jedem Zweifler gern den Argwohn durch das Experiment der Verwandlung unedler Metalle in Gold benahm. In Straßburg war er die Ursache, daß ein dort geachteter Bürger, ein Goldschmidt Güstenhöver, in's Verderben gestürzt wurde. Zu diesem kam ein Fremder, welcher allen Umständen und der ganzen Beschreibung nach Setonius gewesen sein muß, miethete des Goldschmidts Werkstatt für kurze Zeit zu einer chemischen Arbeit, und schenkte diesem zur Belohnung ein wenig von dem Stein der Weisen, in dessen Besitz er war. Güstenhöver säumte nicht, die Wirksamkeit desselben zu erproben, und zwar vor Zeugen; das Gerücht des glücklichen Erfolges verbreitete sich schnell, und Güstenhöver wurde dabei nicht allein als Besitzer, sondern auch als Verfertiger des Steins der Weisen genannt. Diese Sache konnte dem großen Alchemistenfreund Rudolph II. in Prag nicht verborgen bleiben; er forderte von dem Rath von Straßburg Bericht, und da dieser eine Verwandlung von Blei in Gold constatirte, so ließ sich der Kaiser den Goldschmidt nach Prag bringen, wo dieser mit aller Gewalt Gold machen sollte, und zwar viel. Alle Betheuerungen seiner Unschuld und Unwissenheit halfen dem armen Güstenhöver nichts; des Kaisers Befehl, ihn gefangen zu halten, bis er den Stein der Weisen darstelle, ließ ihn nie seine Freiheit wieder erlangen.

Setonius selbst ging von Straßburg nach Frankfurt; hier und in

dem benachbarten Offenbach machte er oft aus unedlen Metallen Gold. Später finden wir ihn in Köln wieder, dann in Hamburg. Im Herbste 1603 kam er nach Crossen in Sachsen, wo damals der kurfürstliche Hof sich aufhielt. Durch seinen Diener ließ Setonius vor Kurfürst Christian II. aus Blei Gold machen, und die Transmutation gelang, ohne daß an Betrug zu denken war. Kurfürst Christian hatte nicht sobald die Ueberzeugung gewonnen, daß die Alchemie eine feste Basis habe, als er auch schon den Entschluß faßte, das Geheimniß mit Gewalt zu erwerben. Er ließ Seton verhaften, und nach Dresden bringen. Der unglückliche Adept wurde wiederholt aufgefordert und mit der Folter bedroht, die Darstellung des Steins der Weisen dem Kurfürsten zu lehren. Er blieb standhaft, selbst als die Drohungen zur That geworden waren und er die verschiedenen Foltergrade aushielt, von welchen man nicht abließ, als bis man die Ueberzeugung gewonnen hatte, daß wiederholte Tortur ihn tödten müsse. — Er wurde nun zu lebenslänglicher Gefangenschaft verurtheilt, und die Haft ihm möglichst qualvoll gemacht, um seine Standhaftigkeit aufzureiben und ein Geständniß zu erzwingen. Behandlung anerkannter Adepten. Setonius.

Zu jener Zeit hielt sich in Dresden ein polnischer Edelmann, Michael Sendivogius, auf. Er suchte die Gunst des Kurfürsten und sein Vertrauen zu gewinnen, und erhielt von ihm die Erlaubniß, den Gefangenen besuchen zu dürfen. Sendivogius verständigte sich mit Seton, diesen aus seiner Haft zu befreien. Vom Kurfürsten zum Besuche des Adepten berechtigt, erregte sein häufiger Aufenthalt bei diesem keinen Argwohn, und er konnte alle seine Vorbereitungen ungestört treffen. Die Flucht gelang; Sendivogius kam mit Seton glücklich in Krakau an, allein der Letztere starb an den Folgen der erlittenen Mißhandlungen noch 1604. Selbst seinem Befreier theilte der Adept nicht sein Geheimniß mit, doch schenkte er ihm eine beträchtliche Menge des Steins der Weisen, welche er in Dresden noch verborgen hatte und die nach seiner Flucht glücklich gerettet worden war. Sendivogius.

Sendivogius begnügte sich nicht, das Mittel in Händen zu haben, um reich zu werden, sondern seine Eitelkeit verleitete ihn, sich selbst für einen Adepten auszugeben. So ging er noch 1604 nach Prag, und machte dort die Seite 197 erwähnte Transmutation. Sein Ruf stieg schnell, und Herzog Friedrich von Würtemberg lud ihn ein, Stuttgart mit seiner Anwesenheit zu beehren. Sendivogius folgte der Ein=

Behandlung anerkannter Adepten. Sendivogius.

ladung; schon 1605 kam er in Würtemberg an, wo er die beste und ehrenvollste Aufnahme fand. Aber auch Neider wurden bald gegen ihn rege; der bis zu seiner Ankunft am Stuttgarter Hofe hochgeschätzte Hofalchemist von Müllenfels fand vorzüglich sein Ansehen gefährdet, im Bewußtsein, selbst von der Darstellung des Steins der Weisen nichts zu wissen. Müllenfels hatte sich auch nie besonders darauf gelegt, da er erfahren hatte, daß man auch ohne dies für einen guten Alchemisten gelten kann; er hieß eigentlich Müller und hatte die Barbierkunst gelernt, auf der Wanderschaft hatte er mit Alchemisten Bekanntschaft gemacht, denen er einige Kunststücke absah. Mit diesen ausgerüstet, hatte er sich dem Kaiser Rudolph präsentirt, vor seinen Augen in den Tiegel Blei gethan und dann Gold herausgenommen, was den erlauchten Herrn amüsirte, welcher ihn zum Herrn von Müllenfels ernannte und gnädig laufen ließ. Er hatte sich dann nach Stuttgart gewendet, und hier sah er in Sendivogius plötzlich einen Nebenbuhler, der ihm gefährlich werden konnte. Er beschloß ihn zu verderben; zu dem Ende verleitete er ihn zur Flucht, indem er ihm zustecken ließ, Herzog Friedrich habe mit ihm im Sinn, was Kurfürst Christian an Setonius versucht hatte; der Pole floh, aber Müllenfels fing ihn auf eigene Hand auf, beraubte ihn seines Vorraths an der goldmachenden Substanz, und hielt ihn gefangen. Müllenfels präsentirte sich nun seinem Herrn als wahrer Adept, der soviel wie Sendivogius leisten könne, und ward reich belohnt. Aber der Pole ersah sich eine Gelegenheit zur Flucht; er hatte die Falschheit seines Kunstgenossen erkannt, und wandte sich aus der Ferne klagend an den Herzog. Müllenfels ward verhaftet, gestand seine Uebelthat, und wurde 1607 an den eisernen Alchemistengalgen gehängt. Sendivogius erhielt indeß nicht zurück, was ihm an Tinctur gestohlen worden war; was er später noch an Metallverwandlungen producirte, wird leichtlich als Betrügerei erkannt. Er blieb übrigens als Adept doch noch in Ansehen, schriftstellerte auch fleißig über die Kunst, den Stein der Weisen zu machen, und starb 1646.

Aehnliche Maßregeln, wie gegen Seton, wurden in Frankreich ergriffen, um der Regierung das Geheimniß der Goldmacherkunst zu erwerben, oder es wenigstens nicht in anderen Händen zu lassen. Ein gewisser Dubois, auf welchen durch Geschenk und Erbschaft von Flamel her eine Portion des Steins der Weisen gekommen sein sollte, und welcher vor

Dubois.

dem Cardinal Richelieu und dem König Ludwig XIII. Beweise für die Möglichkeit der Metallveredlung ablegte, wurde, als er nach längerer Haft die Darstellungsmethode der Tinctur nicht angeben konnte oder wollte, zum Tode verurtheilt und gehängt. Behandlung anerkannter Adepten. Dubois.

Das grausame Verfahren wider diejenigen Alchemisten, gegen welche man keine Beschuldigung der Betrügerei erhob, wurde stets als einer der stärksten Beweisgründe für die Wahrheit ihrer Kunst angesehen. Sicher bleibt es schwer begreiflich, wie man, wenn die Unmöglichkeit der Metallverwandlung anzunehmen ist, sich in dem Grade von ihrer Existenz versichert wähnen konnte, daß alle Mittel eines rohen Zeitalters zur Erlangung des Geheimnisses aufgeboten wurden. Ich erwähne einiger solcher Vorgänge noch, weil sie mit dem Erscheinen fast aller der Alchemisten in Verbindung stehen, welche für wahre Adepten gehalten wurden.

Setonius' Schicksal mochte die Alchemisten, welche sich ihrer Kunst gewiß glaubten, vorsichtig machen. So bietet der erste Adept, der sich nach jenem zeigte, eine der geheimnißvolleren Erscheinungen in der Geschichte der Alchemie. Von 1640 bis 1666 zeigt sich nach einander in den verschiedenen Ländern Europa's ein Alchemist, welchen alle Kunstverständigen als einen der größten Meister ihres Faches verehren. Den Fachgenossen nennt er sich Philaletha, für den großen Haufen und die wißbegierigen Diener der öffentlichen Sicherheit hatte er stets eine Menge anderer Namen in Bereitschaft. Bald unter diesem, bald unter jenem Namen auftretend, aber stets wieder als derselbe erkannt, setzte er durch seine Transmutationen Alle in Erstaunen. Nach 1688 hörte man nichts mehr von ihm. Philaletha.

Zwölf Jahre später durchzieht ein anderer Meister seiner Kunst Europa; weniger zurückhaltend, aber immer noch vorsichtig genug, um sich vor näherer Bekanntschaft mit großen Herren, welche Liebhaberei an seiner Kunst finden könnten, zu hüten. Er nannte sich Laskaris, und wollte Vorsteher eines griechischen Klosters auf Mitylene sein. Er war klug genug, um selten selbst die Metallveredlung zu zeigen, aber dafür theilte er gern Andern von dem Stein der Weisen mit, damit so die Richtigkeit der Alchemie bewiesen werde. Unter den Emissären, welche er zur Bekehrung der Zweifler aussandte, ist besonders Johann Friedrich Böttcher bekannt geworden. Dieser war 1701 Lehrling in einer Berliner Apotheke, deren Besitzer als Alchemist bekannt war; in dieser Stellung Laskaris. Böttcher.

Behandlung anerkannter Adepten. Bötticher.

machte Bötticher Bekanntschaft mit Laskaris, welcher die Apotheke einmal besuchte; er erhielt von diesem, der ihn in seine Wohnung einlud, eine ziemlich bedeutende Menge des Steins der Weisen, mit dem Auftrag, in einigen Tagen, nach der Abreise des Gebers, die Wirkung zu versuchen und öffentlich zu zeigen. Die Verwandlung des Quecksilbers in Gold gegelang vortrefflich und vor mehreren Zeugen.

Bötticher war eitel genug, wie Sendivogius, sich für den Urheber der Tinctur auszugeben. Die Transmutationen wurden schnell bekannt und König Friedrich I. gab Befehl, sich des Adepten zu versichern. Bötticher floh noch zu rechter Zeit über die sächsische Grenze nach Wittenberg; der König von Preußen verlangte seine Auslieferung, und zwar in einer Art, welche dem angeblichen Adepten eine ungemeine Wichtigkeit beilegte. Bei der Abwesenheit des Regenten (König August II. von Polen befand sich gerade in Warschau) wagte die sächsische Regierung nicht, in einer möglicher Weise so folgereichen Angelegenheit zu entscheiden; die Auslieferung wurde vorläufig verweigert, und an den König nach Warschau berichtet. Der preußische Hof drang indeß fortwährend auf Uebergabe des Adepten, und die Sache wurde mit solchem Ernst behandelt, daß man in Sachsen eine Ueberrumpelung Wittenbergs, wo Bötticher noch immer sich befand, durch die Preußen fürchtete, und für Verstärkung der dortigen Besatzung Sorge trug. Der Generalgouverneur des Kurfürstenthums, Fürst von Fürstenberg, ließ den Adepten nach Dresden bringen, und wurde durch die in seinem Beisein angestellten Versuche überzeugt, daß Bötticher das Geheimniß der Goldmacherkunst besitze. Fürstenberg begab sich nun selbst nach Warschau zu August II., wohin er die angeblichen Mittel, Gold darzustellen, mitnahm, und sie mit dem König gemeinsam versuchte. Als Resultat erhielt man indeß kein Gold; diese mißlungene Operation schwächte aber das Vertrauen zu Bötticher's Kunstfertigkeit nicht im Geringsten. Dieser wurde in den Adelstand erhoben, aber doch nicht außer Augen gelassen. Der König suchte ihn fortwährend durch gnädige Behandlung zur offenen Mittheilung seines Geheimnisses zu bewegen; er bewilligte alle seine Wünsche; der Ton seiner vielfachen Briefe an Bötticher ist fast mehr als herablassend, und in eigenhändigem Schreiben gratulirte der König seinem Alchemisten zum neuen Jahr. Doch ließ man es von Anfang an auch an strenger Bewachung nicht fehlen, um die Art kennen zu lernen, wie Bötticher den Stein der Weisen bereite, und

um seiner sicher zu sein, da dem Alchemisten in Dresden nichts weniger als wohl zu Muthe war, und er nach einer guten Gelegenheit zur Flucht sich umsah. Die Bewachung war anfänglich wenig merkbar, trat aber immer deutlicher hervor, als Böttcher aufmerksam wurde, und sich ihr zu entziehen suchte, besonders als die ihm von Laskaris übergebene Quantität Tinctur zu Ende ging. Zuletzt wurde er auf die Festung Königsstein gebracht.

Behandlung anerkannter Adepten. Böttcher.

Nach einigen Nachrichten soll die letztere strenge Maßregel besonders dadurch hervorgerufen worden sein, daß auch von außen an Böttcher's Befreiung eifrig gearbeitet wurde. Nach diesen Erzählungen hielt es Laskaris, dem alles bis hierher Erwähnte bekannt geworden war, für seine Pflicht, dem unbesonnenen Jüngling zu helfen. Laskaris ging deßhalb nochmals nach Berlin, und vertrauete sich einem Freunde Böttcher's, einem gewissen Dr. Pasch an. Diesen schickte er nach Dresden, mit dem Auftrage, dem Könige für Böttcher's Freilassung 800,000 Ducaten zu bieten, welche man in Holland erheben könne. Pasch ging nach Dresden, und theilte seine Aufgabe einigen hochstehenden Verwandten mit. Diese versprachen ihm, für diesen Preis Böttcher's Freilassung selbst bewirken zu wollen, da ein so hohes Lösegeld den König nur in seinem Vertrauen zu Böttcher's Adeptenkunst bestärken könne. Man veranstaltete eine Communication zwischen Böttcher und Pasch, allein die Sache ward entdeckt, und Böttcher auf den Königsstein, Pasch auf den Sonnenstein abgeführt. Nach $2\frac{1}{2}$ Jahren suchte Letzterer, mit Hülfe eines Soldaten der Besatzung zu flüchten, was ihm auch gelang, allein ein schwerer Fall bei seiner Entweichung hatte seine Gesundheit zerstört. Er kehrte nach Berlin zurück, erzählte dort seine Schicksale (die durch seinen Verkehr mit einem Adepten so viel Interesse hatten, daß selbst der König Friedrich I. seine mündliche Berichterstattung verlangte), und starb bald.

Böttcher blieb nicht lange auf dem Königsstein; er wurde nach Dresden zurückgebracht, um desto eher willig gemacht zu werden, an dem Stein der Weisen zu arbeiten. Ein Versuch zur Flucht mißlang, und ließ nur seine Haft strenger werden, wobei ihm jedoch immer Freiheit und Belohnung zugesichert wurde, wenn er den Stein der Weisen machen lehre. Böttcher selbst bestärkte immer noch die Ansicht, daß er Gold machen könne, und schloß noch 1704 darüber einen besondern Contract mit dem Könige ab. Als eins der kostbareren Besitzthümer der Krone Sachsen

Behandlung anerkannter Adepten. Bötticher.

wurde er 1706 noch einmal mit anderen Kleinodien auf den Königsstein in Sicherheit gebracht, als Sachsen von einer schwedischen Invasion bedroht wurde. — Bis 1707 hatte des Königs Langmuth ausgehalten, womit dieser auf den Besitz des Mittels, Schätze zu erlangen, hoffte; nun indeß nahm der Monarch die Sache ernster, und drohte dem Alchemisten mit seinem Zorne, wenn er nicht seine Versprechungen erfülle. In dieser Lage konnte sich Bötticher auf das Loos gefaßt machen, welches Bragadino, Krohnemann und Andere erfahren hatten; ihn rettete allein ein günstiges Ereigniß, die Entdeckung der Porzellanbereitung, auf welche er, nach dem Rath verständiger Freunde, schon längere Zeit gearbeitet hatte. Auf diese Entdeckung hin wagte es Bötticher, dem König zu gestehen, daß er nie die Kunst besessen habe, den Stein der Weisen zu machen. Der König, überrascht durch die Vortheile, welche die Fabrication des Porzellans ihm bringen mußte, verzieh dem Alchemisten, der nun, wegen der Bewahrung des neuen Geheimnisses zwar immer noch beaufsichtigt, aber doch weniger in seiner persönlichen Freiheit beschränkt, Director der Porzellanmanufactur wurde, in welcher Eigenschaft er 1719 starb.

Laskaris.

In ähnlichem Auftrage, wie Bötticher, wurden noch viele Andere von einem Unbekannten mit kleinen Mengen des Steins der Weisen ausgerüstet, und die Zeit zwischen 1700 und 1720 ist vorzugsweise reich an Transmutationsgeschichten, welche die Anhänger der Alchemie als vollkommen unverdächtige zur Stütze der Wahrheit ihrer Kunst anführen. Bei mehreren dieser Metallverwandlungen, wo die Inhaber des Steins der Weisen sich darüber aussprachen, wie sie dazu gekommen waren, paßt die Beschreibung der Persönlichkeit des unbekannten Gebers sehr auf Laskaris. Er soll es gewesen sein, der namentlich Caëtano (Seite 202) eine kleine Menge des Steins der Weisen mitgetheilt, der dem Baron Dierbach (Seite 176) das goldmachende Pulver gegeben, und dem Landgraf Ernst Ludwig von Hessen=Darmstadt (Seite 472) die unzweideutigsten Beweise für die Möglichkeit der Metallverwandlung in die Hand gegeben haben soll. Laskaris soll es gewesen sein der 1716 eine kleine Menge der silbermachenden Substanz nach Wien sandte, um damit die Zweifler zu bekehren, und so eins der merkwürdigsten Ereignisse, welche für die Wahrheit der Alchemie sprechen, veranlaßt haben. Um die Wirkung dieser kleinen Menge Tinctur zu prüfen, vereinigten sich am 19. Juli 1716 der österreichische Vicekanzler Graf Joseph von Würben und Freudenthal, Graf Ernst und Freiherr

Behandlung anerkannter Adepten. Laskaris.

Wolf von Metternich, der königlich preußische Gesandte am Wiener Hof, Staatsrath Ernst, und der Brandenburg-Culmbachsche Gesandte, Geheime-Rath Wolf. Die Versuche wurden angestellt in dem Hause des Commandanten von Wien, des Generalfeldzeugmeisters Grafen von Rappach, und das Protocoll wurde aufgenommen von dem fürstlich schwarzburgschen Hofrath Panzer. Diese Herren beschreiben die Tinctur dem Aussehen nach wie Salz; es war ein Körnchen, so groß als man es im Auge leiden kann, und wog ein Loth Probirgewicht. Sie vermieden den Gebrauch aller Tiegel, machten eine gewöhnliche Kupfermünze, dergleichen im Wiener Armenhaus ausgetheilt wurden, glühend, warfen das Stückchen Tinctur an Wachs geklebt darauf, und löschten sodann das Metall in Wasser ab. Bei dem Herausnehmen fand man die Kupfermünze in eine gleiche von weißem Metall verwandelt, das sich bei dem Cupelliren als 14löthiges Silber erwies. Das Stückchen Tinctur hatte dem Anschein nach unverändert auf der Kupfermünze gelegen, als diese abgelöscht wurde; das Wasser, worin es aufgenommen worden war, zeigte sich gleichfalls noch metallveredlend, denn Kupfermünzen geglüht und darin abgelöscht zeigten sich gleichfalls in Silber verwandelt. Ein Gewichtstheil der Tinctur brachte hier ungefähr 10,000 Gewichtstheile Silber hervor; es wog zugleich das in Silber verwandelte Kupfer um den achten Theil mehr, als sein Gewicht vor der Verwandlung betragen hatte. Der ganze Vorgang wurde genau protocollirt, und von den Anwesenden in memoriam et fidem rei sic gestae factaeque verae transmutationis, wie das Protocoll sagt, dieses unterschrieben und besiegelt; nach einer gerichtlich beglaubigten Abschrift ist es später gedruckt worden.

Daß Laskaris der Ueberschicker der Substanz gewesen sei, deren metallverwandelnde Kraft hier erprobt wurde, ist nur eine Annahme, welche deßhalb für wahrscheinlich gehalten wurde, weil er seiner Zeit der einzige Alchemist war, dessen Meisterschaft von Niemand in Zweifel gezogen wurde, und weil Niemand wohl einen solchen Gegenstand an Unbekannte wegschenkte, wenn er ihn nicht selbst verfertigen konnte. Bloße Vermuthung ist es auch, daß Laskaris der Unbekannte gewesen sei, welcher der Gräfin Erbach Silbergeräth in Gold verwandelte (Seite 173). Nach 1720 hat man von ihm weiter nichts mehr gehört.

Sehfeld.

Die Geschichte der Alchemie erzählt noch von einem Adepten, der, im Anfang weniger vorsichtig als Laskaris, beinahe Setonius' Schicksal

Behandlung anerkannter Adepten. Sehfeld.

getheilt hätte, allein der Gefahr noch entrann, und später ebenfalls für die Wahrheit der Alchemie nur dadurch zu kämpfen suchte, daß er an dritte Personen, welche ihn nicht kannten, Proben des Steins der Weisen verschenkte, und sich dann jeder nähern Nachforschung durch schleunige Flucht entzog. Dieser Adept kam 1746 unter dem Namen Sehfeld in das Bad Rodaun bei Wien, miethete sich dort bei dem Bademeister ein, und entdeckte sich diesem nach einigem Aufenthalt als Besitzer der Kunst, Gold zu machen. Er verwandelte Zinn in Gold, welches der Bademeister in die Wiener Münze trug und dort verkaufte. Allein auch die Familie des Bademeisters wurde in das Geheimniß gezogen, und nun war es bald verbreitet. Dazu kam, daß die beträchtlichen Mengen Goldes, welche von Rodaun in die Wiener Münze verkauft wurden, letztern Orts Aufsehen erregten. Die Sache wurde bis in die höchsten Kreise hinauf besprochen, und auf Befehl der Kaiserin Maria Theresia wurde Sehfeld verhaftet. In Wien wurde er scharf verhört, zuletzt sogar unbarmherzig gegeißelt, um die Entdeckung des Geheimnisses zu erpressen, er weigerte sich indeß standhaft, die Methode mitzutheilen, wie die Metallveredlung zu bewirken sei. Als man die Ueberzeugung gewann, daß durch harte Behandlung nichts herauszubringen sei, wurde er auf die Festung Temeswar abgeführt. Der Commandant dieser Festung lernte ihn genauer kennen, gewann Interesse für ihn, und bemühte sich am kaiserlichen Hofe, eine Milderung seines Schicksals zu bewirken, was ihm indeß nicht gleich gelang. Kaiser Franz I. jedoch, durch diese Umstände aufmerksam gemacht, bekümmerte sich nun näher um die Sache und hörte namentlich den Bademeister aus Rodaun selbst ab. Der Kaiser wurde von der Kunstfertigkeit Sehfeld's überzeugt; er suchte nun durch gütigere Behandlung ihn zu der Mittheilung des Geheimnisses zu bewegen und entließ ihn von der Festung, ordnete ihm jedoch zwei Officiere zu, welche jede seiner Handlungen und namentlich seine chemischen Arbeiten genau bewachen sollten. Mit einem Male aber waren der Adept und seine Wächter verschwunden.

Weder von dem Ersteren noch von den Letzteren wurde wieder etwas gehört; Sehfeld mußte wohl gelernt haben, vorsichtig zu sein. Ihn hielt man für den Fremden, der an Reussing (Seite 176) von dem Stein der Weisen mittheilte; noch andere Transmutationsgeschichten, welche um 1750 sich zutrugen, schrieb man seiner Mitwirkung zu.

In das Vorhergehende habe ich die wichtigsten Thatsachen, welche die Anhänger der Alchemie anzuführen pflegen, eingeflochten; neuere werde ich unten bei der geschichtlichen Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie abnahm, beizubringen Gelegenheit haben. Wir haben ebenso gesehen, welches das Loos der Alchemisten war, wenn sie mit großen Herren zu thun hatten. Nicht viel besser erging es den Meisten, welche für sich, ohne hohes Patronat nachzusuchen, an der Darstellung des Steins der Weisen arbeiteten.

Die Alchemisten an Höfen wurden entweder als Unwissende fortgejagt, oder als Betrüger bestraft, oder als Besitzer des größten Geheimnisses gefoltert. Die Alchemisten, welche in Zurückgezogenheit in ihrer Kunst sich versuchten, hat die Geschichte nur wenig berücksichtigt, außer daß allenfalls die Literaturgeschichte der hermetischen Kunst, und diese ist sehr reichhaltig, ihre Namen nennt. Die fahrenden Alchemisten sind besser bekannt geworden, und haben meist ein böses Ende genommen. Entweder galten sie für Besitzer des Steins der Weisen, und dann lauerten ihnen habsüchtige Menschen und neidische Kunstgenossen auf, oder auch sie suchten zeitlebens nach dem Stein der Weisen in allen Ländern, fanden ihn nicht, und starben in Verarmung. Schicksale der privatisirenden Alchemisten.

Hinsichtlich der Gefahren, welche ein Alchemist sich durch den erlangten Ruf der Meisterschaft zuziehen konnte, — wenn er sich auch von Höfen entfernt hielt, wo man aus Gründen der Politik seine nähere Bekanntschaft und Mittheilung hätte wünschen können, — hat die Geschichte viele Beispiele aufbewahrt. So wurde 1483 ein Alchemist, Ludwig von Neisse, der seine Kunst zu Marburg producirt hatte, von einem hessischen Edelmann, Hans von Dörnberg, ermordet, da dieser in den Besitz der Tinctur zu kommen wünschte. So ging es auch 1556 einem Edelmann aus Guyenne, Denis Zachaire, welcher in Deutschland reiste und auf den Grund hin, daß man in seinem Besitz den Stein der Weisen wähnte, zu Köln von seinem Diener erschlagen wurde. Sebastian Siebenfreund, ein Mönch, welcher von einem alten Klostergeistlichen das Geheimniß der Metallverwandlung erlernt und das Mittel dazu in Händen haben wollte, fand 1570 zu Wittenberg den Tod unter den Händen dreier mißgünstigen Alchemisten, unter welchen auch Leonhard Thurneysser gewesen sein soll; und ebenso kam ein anderer Mönch, Albrecht Beyer, in demselben Jahr zu Nürnberg um's Leben, weil seine Mörder den Stein der Weisen

Schicksale der privatisirenden Alchemisten.

bei ihm zu finden glaubten. Solche Mordgeschichten, veranlaßt durch das Streben, ohne eigene Mühe in den Besitz des Mittels zu großen Reichthümern zu kommen, liegen in Menge vor. Wir haben an den vorstehenden genug; ebenso wenig kommt dabei heraus, speciell hier noch auf andere einzelne Schicksale derjenigen Alchemisten weitläufig einzugehen, welche sich der Darstellung des Steins der Weisen auf eigene Kosten widmeten. Auch von ihnen gilt, was schon Johannes Trithemius (geb. 1462 zu Tritenheim bei Trier, gestorben 1516 als Abt zu Würzburg) als das häufige Ende der Alchemisten angiebt, wenn er sagt: Vanitas, fraus, dolus, sophisticatio, cupiditas, falsitas, mendacium, stultitia, paupertas, desperatio, fuga, praescriptio et mendicitas, pedissequae sunt Chymiae.

Als den Erfolg dieser Art von Alchemisten, wenn sie nicht durch ungewöhnliche Leistungen oder grobe Betrügereien bekannt wurden, berichtet die Geschichte der Alchemie hauptsächlich Verarmung, das allgemeine Loos Derer, die einer fixen Idee nachhängen, welche entweder unmöglich ist, oder zu deren Verwirklichung sie nicht die nöthigen Kenntnisse haben, und die sie doch mit allen ihnen zu Gebote stehenden Mitteln verfolgen.

Aus den Abendländern vorzüglich, wo die Alchemisten mit der größten Beharrlichkeit ihren Versuchen nachhingen, finden sich viele Beispiele von diesem endlichen Erfolg der Beschäftigung mit der hermetischen Kunst aufgezeichnet. So sagt schon von einem 1286 zu Nürnberg verstorbenen Herrn von der Sulzburg eine gleichzeitige Chronik: »Er hat lange gealchemaiet und viel verthan« Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim (geboren zu Köln 1486, gestorben zu Grenoble 1535) hatte den größten Theil seines Lebens nach dem Stein der Weisen getrachtet, alle Länder bereist, um seine Darstellung zu erfahren, und sich ein wohlbegründetes Recht erworben, am Ende seiner Tage, in Zurückgekommenheit und der bittersten Armuth, ein Buch de incertitudine et vanitate scientiarum zu schreiben, in welchem er besonders die Alchemie verdammt. Bernard Gabriel Penot (gebürtig von St. Maria in Guyenne), welcher um 1600 einer der angeseheneren Alchemisten war, und sich in seinen Schriften kecklich für einen wahren Adepten und Besitzer des Steins der Weisen ausgab, hatte von seinen Bestrebungen nur den Erfolg, daß er sein ganzes Vermögen zusetzte, und 1617 arm und verlassen im Hospital zu Iverdün starb. Auf seinem Todbette daran erinnert, ob er nicht seine etwaigen Geheimnisse, um des gemeinen Besten willen, noch mit-

theilen wolle, bezeigte er zwar guten Willen, aber über die Goldbereitung hatte er nichts zu sagen; im Gegentheil verfluchte er die Alchemie, und meinte zu spät, wer seinen Todfeind sicher verderben wolle, müsse ihn überreden, nach dem Stein der Weisen zu forschen. Im 17. Jahrhundert paßte schon auf so Viele, die sich in alchemistische Versuche eingelassen hatten, der damals übliche Wahlspruch: propter lapidem bona mea dilapidavi, daß eine Auswahl einzelner Beispiele schwer wird und unterlassen bleiben mag.

Schicksale der privatisirenden Alchemisten.

Das Vorhergehende mag hinreichen, über die äußere Stellung und die Schicksale der Alchemisten im Allgemeinen einen deutlicheren Begriff zu geben. Welche Wichtigkeit man lange Zeit hindurch alchemistischen Bestrebungen beilegte, ergiebt sich aus den mitgetheilten Einzelnheiten zur Genüge, zugleich aber auch, welcher Art gewöhnlich die Erfolge waren, die solche Bestrebungen beendigten. Wenden wir uns jetzt zu einem andern Gegenstande, der wohl eine abgesonderte Betrachtung verdient, nämlich dazu, in welcher Art man den Stein der Weisen darzustellen hoffte, und überhaupt zu der näheren Berücksichtigung dessen, was mit der Erlangung des Steins der Weisen und der Lösung sonstiger damit zusammenhängender und rein alchemistischer Bestrebungen in Verbindung steht.

IV. Ansichten über die Darstellung des Steins der Weisen.

Darstellung des Steins der Weisen

Die Darstellung des Steins der Weisen wird von allen Alchemisten als im höchsten Grade schwierig anerkannt (daher auch der bei ihnen sehr gebräuchliche Kunstausdruck in magno opere sudare für Alchemie treiben); es kann sie indeß nach ihrem Glauben ein Philosoph entweder aus sich selbst erfinden, oder er lernt sie von einem Andern. Beide Lernmethoden sind schwer, denn der Erfolg selbstständiger Forschung hängt nicht von dem Forscher allein ab, sondern er muß, wenn er zum Ziel seines Strebens gelangen soll, dazu prädestinirt sein; darauf, von einem Andern die Bereitung des Steins der Weisen zu erfahren, konnte gleichfalls nicht mit Sicherheit gerechnet werden, insofern offene Mittheilung des Geheimnisses für sündhaft gehalten wurde, und die versteckten Andeutungen in den Schriften der Adepten alle von der Art waren, daß sich aus ihnen kein Leitfaden für die Ausführung der Versuche ergab.

beruht auf Prädestination.

Die Ansicht, daß es auf besonderer göttlicher Schickung beruhe, wenn Jemand in das Geheimniß der Metallveredlung eingeweiht wird, finde ich zuerst bei den Alchemisten des Abendlandes im 13. Jahrhundert ausgesprochen. Der Fatalismus der Araber mochte diejenigen unter ihnen sich beruhigen lassen, die bei dem Versuche, den Stein der Weisen darzustellen, nicht zum Ziele kamen; bei den christlichen Alchemisten des Abendlandes aber wird im Gegentheil ein glücklicher Erfolg besonderer göttlicher Gnade zugeschrieben. Deßhalb verbieten schon Raymund Lull und Arnold Villanovanus die offene Mittheilung als sündhaft, und der Erstere sagt in seinem Codicillus von sich: Nullo modo eam (alchymiam) comprehendere voluimus, donec aliquis spiritus prophetiae, spirans a patre

luminum, descendit; und zu Anderen: Operationem habere non poteris, quousque spirituali prius fueris divinitatis meritis comprobatus. — Petrus Bonus von Ferrara, der um 1330—1340 ein alchemistisches Werk unter dem Titel Margarita pretiosa novella de philosophorum lapide schrieb, erklärt darin geradezu, menschlicher Verstand reiche nicht aus, den Proceß der Metallverwandlung ausfindig zu machen, nur durch unmittelbaren Einfluß der Gnade Gottes könne er erforscht werden. Thomas Norton sagt gegen das Ende des 14. Jahrhunderts in seinem Crede mihi: Nemo hanc artem potuit assequi, nisi a Deo quis missus fuerit, a quo institueretur. Johann von Tetzen, ein böhmischer Mönch, der im 15. Jahrhundert einen Processum de lapide philosophorum in Versen verfaßte, äußert sich: Darstellung des Steins der Weisen.

Lapis candens fit ex tribus.
Nulli datur nisi quibus
Dei fit spiramine,
Ex matris ventre quos beavit,
Hanc ad artem destinavit
Sacroque sancimine.

Basilius Valentinus und alle Alchemisten des 16. Jahrhunderts stimmen gleichfalls damit überein, daß die Bereitung der Tinctur auf göttlicher Beihülfe beruhe. Insofern aber dies der Fall ist, muß es Sünde sein, die Darstellung derselben Anderen zu lehren, welchen die göttliche Gnade mangelt und die des Besitzes eines solchen Geheimnisses unwürdig sind.

Schon Raymund Lull im 13. Jahrhundert versichert uns dieses. Die Mittheilung derselben ist sündhaft. Juro tibi supra animam meam, quod ea (die Geheimnisse der Alchemie) si reveles, damnatus es, sagt er in seinem Testament. Nam a Deo omne procedit bonū, et ei solum debetur. Quare secretum tenebis illud, quod ei debetur revelandum. Quia si revelares brevibus verbis illud, quod longinquo tempore formavit, in die magni judicii condemnareris, nec tibi remitteretur casus laesae majestatis. Zu gleicher Zeit droht auch Arnoldus Villanovanus mit irdischen Strafen. Qui revelat secretum artis, sagt er im Rosario, maledicetur et morietur apoplexia. Der heilige Thomas von Aquino bleibt nicht zurück, und ermahnt, nicht geschwätzig zu sein, die Perlen nicht vor die Schweine zu werfen, und das Geheimniß nicht Denen mitzutheilen, welche um irdischer Eitelkeit willen darnach trachten. Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert spart nicht die Klagen, worin er seine Reue ausspricht, alle die hohen Ge-

Darstellung des Steins der Weisen.

heimnisse so offen in seinen Schriften dargelegt zu haben, obgleich wohl schwerlich jemals einem Alchemisten nach seinen Angaben die Bereitung des Steins der Weisen gelungen ist. »Ich habe jetzt genug geredt,« sagt er einmal im Triumphwagen des Antimonii, »und genug gelehret, so klar und deutlich, daß man's mit Schriften nicht besser lehren könnte, es wäre denn, daß einer muthwillig zur Hölle traben und darin versinken wollte, indem er dasjenige von sich ausgehen läßt, was doch vom Schöpfer höchlich verboten ist.« Noch Libavius um 1600 berichtet in seiner Praxis Alchymiae, wie die Alchemisten seiner Zeit fest der Meinung waren, die offene Mittheilung des Geheimnisses werde mit plötzlichem Tode bestraft. Ob es dieser Glaube war, der noch Setonius, Sehfeld und Andere standhaft das Geständniß verweigern ließ, wie sie den Stein der Weisen bereiteten, oder ob eigene Unwissenheit, steht dahin. Kein Alchemist, der sich für einen wahren Besitzer des Geheimnisses ausgab, stellte den Stein der Weisen im Gefängniß oder sonst gezwungen dar — damit nicht Unwürdige in den Besitz der Darstellungsmethode kommen, sagen die Anhänger der hermetischen Kunst, und deuten in diesem Sinne die Worte »Versperrte Katzen mausen nicht«, welche Beuther (Seite 173 u. 203) an die Wand seines Gefängnisses geschrieben hatte, als er darin unter Androhung mit der Folter zum Arbeiten gezwungen werden sollte. — Alle Adepten versicherten, ein Eid bände ihre Zunge; den Alchemisten Stahl (Seite 177) entband zwar der Kurfürst von Trier kraft seiner erzbischöflichen Gewalt von diesem Eid, aber die Entdeckung des Darstellungsprocesses wurde dadurch nicht bewirkt.

Reisen, um sie kennen zu lernen.

Bei dem namentlich in den früheren Zeiten allgemein anerkannten Glauben an Prädestination blieb es doch jedem Alchemisten unverwehrt, sich für auserwählt zu halten und alle seine vergeblichen Bemühungen nur als vorübergehende Prüfungen zu betrachten. Dabei gaben sie auf alle Weise Gelegenheit, daß ihnen der Lohn zu Theil werden könne, namentlich durch Reisen, um Jemand zu treffen, der sie als Auserwählte anerkenne und ihnen offene Mittheilung zu machen wage. Reisen war von früher Zeit her schon das Mittel, durch welches Viele in den Besitz des Steins der Weisen kommen wollten. So gestand schon Georg Ripley um 1470, seine Kenntnisse nur durch langes Reisen erlangt zu haben. So durchreiste Graf Bernhard von Trevigo von 1452 bis 1472 Italien, Spanien, England, Schottland, die Niederlande, Frankreich, Deutschland,

Griechenland, die Barbarei, Aegypten, Palästina und Persien, et je despendy en ces choses, — sagt er in seinem Opuscule tres-excellent de la vraye philosophie naturelle des métaux, — bien dix mille trois cents escuz, et faz en moult grande paunreté, et n'auoys plus guerres d'argent. Et tousiours je cherchois si puisse nulluy trouuer qui me peult conforter. So erzählt uns auch Trismosin im Aureum vellus seine Wanderschaft selbst, und die Menge der fahrenden Alchemisten, welche sich von dem Ende des 15. bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts umhertrieben, bezeugt, wie dieses Mittel, die Erlangung des Steins der Weisen zu versuchen, in Aufnahme kam. Jean d'Espagnet, Stadtpräsident zu Bordeaux, der um 1600 lebte und ein bei den Alchemisten hochgeachtetes Werk, Arcanum hermeticae philosophiae, schrieb, versichert auch ausdrücklich, wer den Stein der Weisen bekommen wolle, müsse eine große Reise vornehmen und Ost- und Westindien besehen, um von dort die köstlichsten Edelgesteine und das reinste Gold mitzubringen. Darstellung des Steins der Weisen.

Wer aber nach dem Stein der Weisen verlangt, kann nicht immer auch solche Reisen unternehmen. Andere versuchten daher es kürzer zu machen, und ich habe schon oben davon gesprochen, wie zudringlich oft den Alchemisten, namentlich wenn sie in die Gewalt Mächtiger gefallen waren, zugesetzt wurde, um das Recept zur Darstellung der Tinctur offen mitzutheilen. Unbegreiflich scheint es, wie man durch Versprechen einer Belohnung Adepten überreden zu können glaubte, das Mittel, Gold in's Unendliche darzustellen, anzugeben; und doch ließ Kaiser Ferdinand III., als er sich 1648 von der Wirksamkeit des Steins der Weisen überzeugt hatte (Seite 171), den Verfertiger der von ihm bewunderten Substanz öffentlich auffordern, sich bei ihm zu melden, und versprach ihm noch dazu hunderttausend Reichsthaler Belohnung. Versprechungen, um sie kennen zu lernen.

Weltliche Mittel, Versprechungen und Drohungen, reichten nicht aus, zur Kenntniß, wie man den Stein der Weisen darstellt, zu verhelfen. Die Alchemisten, welchen diese ohnehin gewöhnlich nicht zu Gebote standen, suchten oft geistige Mittel geltend zu machen, um sich die Entdeckung des Steins der Weisen zu sichern, und die Umstände aufzufinden, welche diese erschweren; sie legten sich deßhalb besonders auf die Astrologie, oder verschmähten auch cabbalistische und magische Mittel, einige selbst das Anrufen böser Geister nicht, wenn sie davon Förderung ihrer alchemistischen Bestrebungen erwarteten.

Darstellung des Steins der Weisen. Zuziehung astrologischer und magischer Hülfsmittel.

Die Astrologie steht seit langer Zeit in Verbindung mit der Alchemie; der erste Schriftsteller, welcher von der letztern spricht, Julius Maternus Firmicus in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts, macht ihre Ausübung von der Stellung des Mondes zu einem Planeten in der Stunde der Geburt abhängig (Seite 4). Geber im 8. Jahrhundert, wo er von den Schwierigkeiten der Alchemie spricht, zählt hierzu besonders den Einfluß der Gestirne auf die Metalle, weil wir diesen nicht kennen und jedenfalls nicht nach Willen lenken können. Arnold Villanovanus im 13. Jahrhundert hat besonders der Stellung der Gestirne viel Einfluß auf das Gelingen der chemischen Operationen zugeschrieben, und ein eigenes Buch de sigillis (über Amulete) verfaßt, welche die Wirkungen der Constellationen und auch der bösen Geister zu nichte machen sollen. Die astrologisch-alchemistischen Ansichten fanden um so mehr Verbreitung, da die Planeten und Metalle mit gleichen Namen benannt wurden (was gleichfalls eine sehr frühe Annahme einer Wechselwirkung zwischen ihnen anzeigt), und da deßhalb chemische Meinungen leicht für astrologische und umgekehrt gehalten werden konnten. Noch Paracelsus im 16. Jahrhundert sagt in seinem Tractat de tinctura physicorum: »Wenn du nicht verstehst, was der Cabbalisten Gewohnheit und der alten astronomorum Brauch ist, so bist du weder von Gott in die Spagirei geboren, noch von Natur zu Vulcani Werk erkoren.«

Das Anrufen der bösen Geister paßt zwar wenig zu der Frömmigkeit, welche fast alle Alchemisten zur Schau tragen, wurde indeß doch manchmal in der Verzweiflung versucht. Als z. B. der Engländer Kelley (Seite 197 u. 203) zu Prag in Kaiser Rudolph's Händen war, und nun einmal den Stein der Weisen nolens volens schaffen sollte, beschwor er mit Dr. Dee's Hülfe die infernalischen Mächte, die ihm aber nicht halfen. Einige Alchemisten hatten die Dämonen in ihrer Gewalt, und führten sie in mancherlei Gestalt mit sich herum. So zeigte Thurneysser zu Berlin (Theil I. Seite 109) seinen gefangenen Teufel als eine kleine Gestalt in einem Gläschen. Als er von Berlin 1584 fliehen mußte, kam man in den Besitz dieses bösen Geistes, der sich indeß als ein in Oel aufbewahrter Scorpion auswies. Bragadino (Seite 201) hatte über zwei Dämonen Gewalt, die ihn in Gestalt von schwarzen Bullenbeißern begleiteten. Beide wurden bei der Hinrichtung ihres Herrn zu München 1590 nach Urtheil und Recht unter dem Galgen erschossen. Ein Mailänder Borri

(oder Burrhus), welcher von 1665 bis 1750 bei Friedrich III. von Dänemark Leibalchemist war, hatte gleichfalls einen bösen Geist zu Diensten stehen, der aber nur auf Beschwörung seines Herrn erschien und diesem bei seinen chemischen Operationen guten Rath gab. Dem Borri konnte man so etwas zutrauen, denn er war ohnehin vom Papst wegen Ketzerei in den Bann gethan. Dieser Geist hörte auf den Namen homunculus, und war an das Laboratorium gebannt, welches sich Borri vor Kopenhagen errichtet hatte; als der König diese Anstalt mehr in der Nähe zu haben wünschte, mußte das ganze Laboratoriumsgebäude durch Maschinen über den Wall gehoben werden. Solches geschah um 1670.

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Ausführlicher können wir indeß hier nur von den alchemistischen Arbeiten reden, bei welchen man sich irdischer Mittel, und zwar besonders chemischer, bediente, um den Stein der Weisen zu erlangen. Die meisten Alchemisten arbeiteten auch mehr im Laboratorium, als daß sie sich mit Teufelbannen abgaben; sie arbeiteten nach eigenen Ansichten oder nach den älteren Autoren, so gut sie diese verstanden. In letzterer Beziehung war für sie ein großes Hinderniß, daß die meisten Schriftsteller vollkommen unverständlich schrieben, und die besten Autoritäten nichts weniger als übereinstimmend sind.

Hinsichtlich des letztern Punktes bekommt man ein Urtheil, wenn man sich eine bestimmte Frage zu beantworten sucht, z. B.: giebt es nur Einen Stein der Weisen, oder haben verschiedene Substanzen die metallveredelnde Kraft? Die älteren griechischen Schriftsteller lassen die Wahl zwischen den heterogensten Dingen, um die Verwandlung in Gold zu bewerkstelligen. Primeln- und Rhabarbersaft, Bleiglätte, Schwefel, Spießglanz und alles mögliche wird vorgeschrieben, um aus Quecksilber Gold zu machen. Die abendländischen Alchemisten gebrauchen dazu nur den Stein der Weisen, aber einige sagen, es gäbe nur Einen, wie z. B. Raymund Lull im Testament versichert: Dicimus, quod non est nisi unus lapis philosophicus, und Arnold Villanovanus im Rosarius: Est lapis Unus, während Isaac Hollandus sich in seinem Werke de triplici ordine Elixiris et Lapidis theoria weitläufig äußert, daß es einen mineralischen, vegetabilischen und animalischen Stein gebe, und außerdem auch noch einen zusammengesetzten. Alle aber thun gute Wirkung. Giebt es nun Einen Stein oder mehrere?

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Die Dunkelheit der alchemistischen Werke war im vorigen Jahrhundert fast zum Sprůchwort geworden, und die hermetische Literatur, namentlich der spåteren Zeit, ist fast durchgångig von einer Art, daß die Beschåftigung damit zu den unangenehmeren gehört. Die Confusion der Ideen zeigt sich meist schon in den Aufschriften dieser Werke, von welchen viele so originell sind, daß ein paar hier als Repråsentanten der Bůcherfabrication aus dem 17. und 18. Jahrhundert erwåhnt werden mögen. 1649 erschien ein »Hauptschlůssel zu dem eröffneten philosophischen Vaterherz«; zu derselben Zeit ein »Kinderbett des Steins der Weisen«. Sich in den hermetischen Kunstgriffen geůbter zu machen, hilft Einem so wenig die »philosophische Jågerlust und Nymphenfang« (1679), als »der brennende Salamander und der aufgeweckte Chymist«. Um nichts klarer ist »die hellscheinende Sonne am alchymistischen Firmament des deutschen Horizonts«, 1705. — Diese Proben werden genůgen.

Aber nicht bloß Werke der letztern Art, welche einer spåtern Zeit ihre Entstehung verdanken, sind dunkel, sondern die Unverståndlichkeit in der Beschreibung der Methoden zur Darstellung des Steins der Weisen ist im Allgemeinen um so größer, je weiter man zurůckgeht, und man kann auch sagen, je berůhmtere Autoritåten man befragt. Dunkel mußten aber auch die wahren Adepten schreiben, weil offene Mittheilung sůndhaft ist. Daher verstand es sich von selbst, daß jede verståndlichere Stelle eines Adepten mit Mißtrauen angesehen wurde, hauptsåchlich auch, weil man bei der Ausfůhrung der deutlicher beschriebenen Processe sicher keinen Stein der Weisen bekam. Deßhalb sagt noch 1684 Wilhelm von Schröder, ein damals sehr angesehener Alchemist, in seinem »nothwendigen Unterricht vom Goldmachen«: »Wo die Philosophen aperte reden, da ist ein Betrug dahinter; wo sie aber aenigmatice reden, da denke ihnen nach.« Da wåre nun viel nachzudenken, denn Alles, was von den åltesten Zeiten der Alchemie an bis zu dem 18. Jahrhundert ůber die Darstellungsweise des Steins der Weisen geschrieben wurde, ist so aenigmatice als irgend möglich. Ich meine hier nicht die Verheimlichung einzelner chemischer Processe unter dunkeln Benennungen (wie z. B. Basilius Valentinus von der Låuterung des Goldes durch Spießglanz oft so spricht, daß er sagt, man solle den rothen Löwen dreimal durch den grauen Wolf jagen, und Aehnliches), sondern von der Andeutung der ganzen Bereitung des Steins der Weisen. Diese sind oft wirklich sehr råthselhaft. Der Tabula sma-

ragdina, welche ich oben (Seite 147) mittheilte, kann man dies nicht anders nachsagen; die anderen klassischen Anweisungen zur Goldfabrication sind noch lakonischer. Die φυσικὰ καὶ μυστικὰ des angeblichen Democrit's enthalten das Geheimniß in ein paar Worten, welche von Jenes Lehrer, dem großen Osthanes, herrühren sollen. Die ganze Mittheilung ist: Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Ἡ φύσις τῇ φύσει τέρπεται (die Natur erfreut sich der Natur)
Ἡ φύσις τὴν φύσιν νικᾷ (die Natur besiegt die Natur)
Ἡ φύσις τὴν φύσιν κρατεῖ (die Natur beherrscht die Natur)

Wer dieses Geheimniß nicht versteht, der kann sich an einer andern Schrift versuchen, welche Synesius mitgetheilt hat, und die unter dem Namen der Memphitischen Tafel bekannt war:

ΟΥΡΑΝΟ · ΑΝΩ · ΟΥΡΑΝΟ · ΚΑΤΩ (Himmel oben, Himmel unten)
ΑΣΤΕΡΑ · ΑΝΩ · ΑΣΤΕΡΑ · ΚΑΤΩ (Sterne oben, Sterne unten)
ΠΑΝ · ΑΝΩ · ΠΑΝ · ΤΟΥΤΟ · ΚΑΤΩ (alles oben, alles dieses unten)
ΤΑΥΤΑ · ΛΑΒΕ · ΚΑΙ · ΕΥΤΥΧΕ (dieses nimm und werde glücklich)

Im Laufe der Zeit weroen die Vorschriften zur Darstellung des Steins der Weisen länger, aber nicht gerade deutlicher. Aus dem 13. Jahrhundert gebe ich als Probe das IX. Kapitel aus dem Testament des Raymund Lull, welches überschrieben ist de praeparatione lapidis, und sich durch verhältnißmäßig große Klarheit auszeichnet: Praeparatio lapidis est, quod recipias de succo lunariae, et sudorem ejus extrahe cum igne parvo et leni, et habebis in tuo posse unum de argentis vivis nostris in liquore et forma aquae albae, quae est ablutio et purgatio lapidis nostri et totius ejus naturae. Et istud est unum de principalioribus secretis, et ést prima porta. In isto liquore rectificatur magnus Draco, et projicitur a magno deserto Arabiae, quia immediate suffocaretur prae siti et periret in mari mortuo. Verte igitur ipsum et mitte in regnum Aethiopiae, unde naturaliter nativus est; quia dicimus quod nisi vertatur, et ponatur in terra sua, recedet et aliam intrabit regionem. Quare de certo scias, quod omne aliud clima vel alia regio nostro lapidi mortem affert, velzto non scientibus ac ignorantibus, et per nos cognito. Hiernach zu arbeiten, ist schwer. — Gehen wir weiter vor, bis zu 1600, so giebt uns z. B. das Arcanum hermeticae philosophiae von Jean d'Espagnet folgende Anweisung: »Nimm eine geflügelte Jungfrau, die da wohl gewaschen und gereinigt ist, und von dem geistlichen

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Samen ihres ersten Mannes, wiewohl ohne Verletzung der Jungfrauschaft, schwanger sei; dieselbe vermähle ohne Verdacht des Ehebruchs dem andern Manne, so wird sie aus seinem körperlichen Samen abermals empfangen, und endlich ein ehrwürdig Kind (nämlich den Stein der Weisen), das beiderlei Geschlechts ist, gebähren.« Zu jener Zeit kam man auch auf die Idee, die Bereitung des Steins der Weisen in Büchern zu lehren, worin kein Buchstabe zu finden ist. Das Buch, betitelt Liber mutus, gehört hierher; es enthält Nichts als eine Reihe von Abbildungen. Im Anfang sind sie verständlich; der Alchemist und sein Weib spannen Tücher aus, um das Regenwasser aufzufangen und den spiritus mundi daraus zu destilliren. Bald aber werden die Abbildungen unerklärbar, und erst das letzte Blatt, wo der Alchemist und sein Weib dankbar auf den Knien liegen, sagt wieder etwas Deutliches aus: daß sie ihr Ziel erreicht haben.

Solchergestalt sind die Lehren, welche die als Adepten anerkannten alchemistischen Schriftsteller fast durchweg für die Bereitung des Steins der Weisen geben. Wenn deutlichere Vorschriften vorkommen, und ich werde im Folgenden einige mittheilen, da gehen sie stets von Alchemisten aus, die nie eines besondern Adeptenrufs sich erfreuten; denn ihre Angaben können geprüft werden, und dann erweisen sie sich als falsch, was den eigentlichen Adepten nie zustoßen kann.

Noch mehr unwiderlegliche Angaben von der obigen Sorte anzuführen, wäre unnütz; vergeblich wäre auch ein Versuch, die so oft dabei vorkommenden figürlichen Bezeichnungen erklären zu wollen, da mit den meisten wohl nie ein bestimmter Begriff verbunden war. Nur im Allgemeinen will ich andeuten, welche Vorstellung sich die meisten Alchemisten von der Darstellung der Tinctur gemacht zu haben scheinen. Die anerkanntesten Autoritäten weichen aber zu sehr von einander ab, als daß nicht der folgenden Darstellung viele Einwürfe aus berühmten Schriftstellern entgegengehalten werden könnten; ich kann indeß unmöglich hier auf alle diese Widersprüche Rücksicht nehmen.

Darstellung des Steins der Weisen.

Um den Stein der Weisen darzustellen, muß man zuerst die richtige Materie haben, deren weitere Bearbeitung ihn hervorbringt. Diese heißt Materia prima cruda oder remota, auch terra virginea, terra Adamica u. s. w. Aus ihr gewinnt man den Mercur der Weisen, eine Substanz, in welcher die Alchemisten das mercurialische und schweflige

Princip (was sie auch oft den weiblichen und männlichen Samen nennen) in größter Reinheit enthalten glaubten. Der Mercurius philosophorum heißt auch sonst noch die Materia prima matura oder proxima; Chaos; Azoth; bei Raymund Lull und Arnold Villanovanus auch succus lunariae; außerdem noch Jungfernmilch; nutrix; leo viridis (diese Bezeichnung »der grüne Löwe« ist eine der häufigeren; schon Roger Baco schrieb ein Verbum abbreviatum de leone viridi, nach welchem es scheint, als ob die Farbe des Grünspans den ersten Anlaß zu der Benennung gegeben habe); draco devorans, congelans et mortificans caudam suam; venenum; locus desertus, und was er sonst noch für Namen haben mag. Dieser Mercur der Philosophen ist von dem gewöhnlichen Quecksilber ganz verschieden; er enthält aber die Bedingungen, durch welche Metalle überhaupt entstehen (nämlich das mercurialische und das schweflige Princip in größter Intensität); zu ihm setzt man einen Stoff, welcher die in ihm enthaltene Kraft in Einer bestimmten Weise sich äußern läßt; man setzt zu ihm philosophisches Gold, welches gleichfalls von dem gemeinen Gold verschieden ist. Der Mercurius philosophorum wird mit dem Auro philosophorum vermischt, und die Mischung, vor dem Zutritt der Luft geschützt, längere Zeit bei geringer Wärme digerirt. Dabei muß das Gefäß, in welchem diese Operation vor sich geht, eine ganz bestimmte Form haben, und über die beste Form, die das ovum philosophicum, wie es genannt wurde, besitzen soll, ist viel geschrieben worden, ebenso wie über die Gestalt des Ofens, in welchem die Digestion vorzunehmen ist. Diese Operation heißen die Alchemisten die Cineration, Putrefaction, Corruption oder Tödtung der Materie; man erhält nun einen schwarzen Körper, welcher Caput corvi, das Rabenhaupt, genannt wird. Man setzt die Digestion noch länger fort, und dann verwandelt sich der schwarze Körper in einen weißen. Dieser Proceß heißt die Albification, Reinigung, Resurrection u. s. w., der erhaltene Stoff selbst der weiße Schwan. Man giebt nun stärkeres Feuer, die Materie wird gelb und endlich glänzend roth, womit die Darstellung des Steins der Weisen in größter Vollkommenheit beendigt ist.

Darstellung des Steins der Weisen.

Als das schwerste bei allen diesen Operationen wird die Auffindung der Materia prima cruda angesehen, obgleich alle Autoren übereinstimmen, sie sei eine sehr gemeine Substanz; wenn diese einmal bekannt ist, meint

Aufsuchung der Materia prima.

Aufsuchung der Materia prima.

Isaac Hollandus, so ist die ganze Darstellung des Steins der Weisen nur ein opus mulierum et ludus puerorum. Die meisten Alchemisten kamen auch bei ihren Arbeiten nicht über diesen ersten Versuch hinaus, und eine Uebersicht ihrer derartigen Bestrebungen trägt nicht wenig dazu bei, einen Begriff über die alchemistischen Arbeiten überhaupt zu geben.

Es läßt das bisher Angeführte schon erkennen, welche Unsicherheit während der ganzen Dauer der Alchemie hinsichtlich der Materia prima geherrscht hat. Wir wollen den Zeitraum nur kurz berücksichtigen, wo man Metallfärbung für Metallveredlung nahm, aber die späteren Ansichten über die Natur der Materia prima etwas genauer betrachten.

Die ältesten Alchemisten sahen die Veränderung der Farbe eines Metalls als Verwandlung des Metalls selbst an; demgemäß arbeiteten sie mit Substanzen, welche die Farbe eines Metalls verändern können, namentlich mit Galmei und Arsenik. Das war nun zwar nicht die eigentliche Alchemie, auf deren Bestrebungen wir gleich zurückkommen, allein die Vorschriften jener alexandrinischen Schriftsteller übten bis auf unsere Zeit den größten Einfluß auf die Arbeiten der Hermetiker aus. So z. B. glaubte man die Materia prima durch folgendes alte Sylbenräthsel angedeutet:

Ἔννεα γράμματ' ἔχω, τετρασύλλαβός εἰμι, νόει με·
Αἱ τρεῖς μὲν πρῶται δύο γράμματ' ἔχουσιν ἑκάστη,
Αἱ λοιπαὶ δὲ τὰ λοιπά· καί εἰσιν ἄφωνα τὰ πέντε·
Οὐκ ἀμύητος ἔσῃ τῆς παρ' ἐμοὶ σοφίας.

(Neun Buchstaben hab' ich, viersylbig bin ich, versteh' mich;
Von den ersten drei Sylben hat jede zwei Buchstaben,
Die andere die anderen, und fünf sind Consonanten.
Es verstehend, wirst du durch mich der Weisheit theilhaftig werden.)

Dieses Räthsel wurde lange auf *ἀρ-σε-νι-κόν* (Arsenik) gedeutet, und wahrscheinlich sollte auch dieser Stoff, der Kupfer silberweiß färbt, damit angezeigt sein. Später indeß, wo man sah, daß der Stein der Weisen aus Arsenik nicht erlangt wird, wo die Ansicht sehr allgemein angenommen wurde, die Materia prima müsse ein Metall sein, suchte man dem Räthsel eine andere Deutung unterzulegen, und für die Alchemisten war somit die Entdeckung des Jenaer Professors Georg Wolfgang Wedel (geboren zu Glossen in der Niederlausitz 1645, gestorben zu Jena 1721) sehr wichtig, die Lösung könne auch *κα-σί-τε-ρος* (Zinn) sein. Auch im Zinn fand man nichts, und zudem setzt Wedel's Auflösung einen orthographi-

schen Fehler (κασσίτερος heißt es richtig) voraus. Die Repräsentanten der hermetischen Gesellschaft, die ich unten ausführlicher besprechen werde, kamen am Ende des vorigen Jahrhunderts wieder auf das alte Räthsel zurück; sie glaubten die richtige Auflösung in ἀμ-πε-λῖ-τις zu finden, was eigentlich eine Art unreines Erdpech bedeutet, womit die Alten die Weinstöcke zum Schutz vor Ungeziefer bestrichen. Jene Alchemisten deuteten es als Steinkohlentheer, und meinten, in den Steinkohlen sei eigentlich die durch das alte Räthsel angezeigte Materia prima zu suchen. Aufsuchung der Materia prima.

Von 1200 an etwa suchte man den Stein der Weisen vorzugsweise durch die Behandlung metallischer Substanzen darzustellen. Georg Ripley, im 15. Jahrhundert, spricht sich über den Grund am deutlichsten aus, weßhalb er die Vorschrift giebt: Gold und Silber nicht außerhalb ihres Geschlechts zu suchen. In allen Metallen ist ein Princip, welches ihnen den Charakter der Metallität mittheilt; es ist der Mercur der Weisen, der vorzüglich in den edlen Metallen und im Quecksilber enthalten ist. Bereicherung eines unedlen Metalls mit diesem Princip ist Veredlung desselben. Zieht man also aus irgend einem Metall das metallische Princip aus, steigert man seine Kraft durch Läuterung und stellt so die Quintessenz der Metallität dar, so hat man den Stein der Weisen, der auf unedle Metalle gebracht, diese in edle verwandelt. In Metallen.

Viele Alchemisten suchten geradezu die Quintessenz aus dem Golde (seinen Samen) auszuziehen; auf ihre Bemühungen werde ich später zurückkommen, da sie mehr den Mystikern angehören.

Viele Andere aus dem Quecksilber, und schon seit dem 13. Jahrhundert war der Ausspruch: In Mercurio est quicquid quaerunt Sapientes, allgemein anerkannt, nur daß Einige unter dem Mercur den gemeinen verstanden, während Andere unter ihm den philosophischen gemeint wissen wollten. Im Quecksilber.

Von den eigentlich hermetischen Arbeiten mit Quecksilber, wodurch der Stein der Weisen dargestellt werden soll, sind diejenigen zu unterscheiden, wo man nur beabsichtigte, dem Quecksilber ohne Zusatz eines andern Metalls seine Flüchtigkeit und Flüssigkeit zu benehmen und ihm zugleich seine metallische Eigenschaft zu erhalten, oder auch, Metallamalgame hart zu machen, so daß aus ihnen ganz das zugesetzte Metall wird. Von diesem Streben urtheilte Boerhave 1732: Qui potest, bonus erit, et forte dives, artifex; qui tentat, sudabit algebitque. Doch wollte noch 1785

Aufsuchung der Materia prima. Im Quecksilber.

eine Frau von Orbelin zu Paris, welche sich viel mit alchemistischen Arbeiten beschäftigte, die Fixirung des Quecksilbers entdeckt haben, so daß es erst in starkem Feuer schmelze und bei keinem Hitzegrad flüchtig sei. Ihr Verfahren soll sehr einfach gewesen sein, doch hat sie es nicht angegeben.

Genauere Angaben haben wir indeß, wie man aus Quecksilber den wahren Stein der Weisen darstellt, und einige davon will ich hier kurz mittheilen. Man bekommt zwar danach nicht den Stein der Weisen, aber doch eine Ansicht, mit welcher Keckheit ganz unwahre Thatsachen für wahre ausgegeben wurden.

Johann von Roquetaillade (gewöhnlicher Rupescissa genannt), ein Minoritermönch, welcher um die Mitte des 14. Jahrhunderts zu Aurillac in Frankreich lebte, und von welchem ein liber de consideratione quintae essentiae rerum omnium und ein liber lucis vorhanden ist, lehrt Folgendes: Quecksilber wird mit Salpeter und römischem Vitriol sublimirt, der Sublimat mit Essig destillirt, der Rückstand in Scheidewasser geworfen, welchem Salmiak zugesetzt ist; der weiße Bodensatz sublimirt, wieder mit Scheidewasser und Salmiak behandelt, und diese Operation einigemal wiederholt. Dann wird dem Sublimat Schwefel (aber sulphur vivum et invisibile) zugesetzt, und destillirt; aus dem Destillat wird mit brandigem thierischem Geist ein schwärzlicher Niederschlag erhalten, welcher schon für sich Quecksilber, Eisen, Kupfer, Blei und Zinn in Silber verwandeln soll; dieser Niederschlag für sich gebrannt, wobei er erst weiß, dann roth wird, und dann mit Quecksilber erhitzt, verwandelt dies in Gold, und bewährt sich so als den wahren Stein der Weisen.

Trismosin (gegen 1500) giebt im Aureum Vellus folgende Vorschrift: Man sublimirt Quecksilber mit Alaun, Salpeter und Kochsalz, und ißt dabei dickgeschmiertes Butterbrod, damit die Dämpfe nicht schaden. Der Sublimat wird mit Spiritus so oft destillirt, und das Destillat immer zurückgegossen, bis der Sublimat mit überdestillirt. Dies Destillat ist nun der Mercurius der Weisen. Zu ihm wird dünngeschlagenes Gold gesetzt, was darin wie Schmalz zergeht. Die Hälfte von dem zergangenen Golde läßt man mit Alkohol 15 Tage lang putrificiren, so wird es roth und zu Löwenblut. Dieses versetzt man mit der andern Hälfte zergangenes Gold, und digerirt in gut verschlossenen Kolben, so wird das Gemisch nach einander schwarz, grau, weiß, gelb, roth. Die Substanz, welche man so erhält, auf tausendmal so viel geschmolzenes Gold oder erhitztes Queck-

silber gethan, verwandelt diese in den wahren Stein der Weisen, womit man dann Zinn, Blei, Kupfer, Eisen in gutes Gold veredlen kann.

Aufsuchung der Materia prima.

Die Alchemisten späterer Zeit beklagten sich bitter, daß sich die Sache nicht so ausführen lasse. Einige meinten, es sei eine wesentliche Zuthat nicht genannt, andere hielten den ganzen Proceß für erfunden, und behaupteten, die Materia prima stecke gar nicht im Quecksilber noch in den anderen Metallen, und Roger Baco habe Recht, wenn er diese Klasse von Körpern zur Darstellung des Steins der Weisen gänzlich verwarf. Dieser sagt nämlich ausdrücklich, daß man aus Gold und Silber, ihrer Fixität wegen, nichts herausbringen könne, die anderen Metalle aber seien zu unvollkommen und arm, und Niemand gebe, was er nicht habe. Die Alchemisten suchten also die Materia prima in anderen Körpern; weniger auf irgend eine Theorie vertrauend, forschten sie vielmehr empirisch nach der ersten Materie, indem sie Substanzen untersuchten, mit welchen anerkannte Adepten sich viel beschäftigt hatten.

Da Basilius Valentinus sich so viel mit dem Antimon zu thun gemacht hatte, so wurde diese Substanz von Vielen für die Materia prima angesehen und demgemäß bearbeitet. Andere hielten dafür, daß man Basilius' Worte wörtlich nehmen dürfe; er spricht viel vom gebenedeiten Vitriol, und darunter glaubte mancher den gemeinen Vitriol verstanden, und unter seinem Destillationsproduct den Mercur der Weisen. Daß der Vitriol die Materia prima sei, schien auch durch mehrere Buchstabenräthsel angedeutet, welche von Basilius herrühren. Davon heißt eins z. B. Visitando interiora terrae rectificandoque invenies occultum lapidem, veram medicinam, wo die Anfangsbuchstaben zusammengelesen Vitriolum geben.

Im Vitriol.

Ueber diese Arbeit mit dem Vitriol will ich hier einen ausführlicheren Proceß einrücken, welchen Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim in seiner Schrift de occulta Philosophia (um 1510) als ganz sicher anführt. Im Wesentlichen ist seine Vorschrift folgende: Römischer Vitriol wird schwach calcinirt und destillirt. Das Destillat ist der Mercur der Weisen. Der Rückstand wird mit Wasser ausgekocht, filtrirt und abgedampft, so bleibt eine weiße Erde. Diese wird mit dem Mercur der Weisen vermischt, und die Mischung 8 Tage lang digerirt (Conjunction). Dann wird zur Trockne abdestillirt, auf das rückständige abermals Mercurius gegossen, und die Operation so oft wiederholt, bis nach der letzten Destillation ein Bischen von dem Rückstand, auf glühendes Blech geworfen, ganz und gar verraucht.

Aufsuchung der Materia prima. Im Vitriol. Während dieser Reihe von Imbibationen und Destillationen wird die Masse grau und schwarz (Putrefaction), zuletzt aber wieder weiß (Albification). Nun giebt man starkes Feuer; dann sublimirt die ganze Masse (der weiße Schwan fliegt auf, und wird zur Terra foliata). Die Terra foliata nochmals mit Mercur der Weisen vermischt und erhitzt, schmilzt nun wie Wachs. Von dieser wachsflüssigen Tinctur Ein Theil auf zehn Theile fließendes Gold gegeben, verwandelt dies in den Stein der Weisen. — Wenn dies Alles nicht eintrifft, so liegt die Schuld an dem Arbeiter.

Dieser Proceß wollte Niemand gelingen; der Erfinder selbst scheint nicht viel Vortheil daraus gezogen zu haben, wie sein Ende (Seite 214) bewies.

Da viele solcher Versuche nicht glücken wollten, so forschten endlich die Alchemisten in allen Substanzen des Mineralreichs, oft nur auf die vagesten Angaben älterer Schriftsteller hin. Des Arnoldus Villanovanus Aussage in dem Rosarium: Qui scit salem et ejus solutionem, ille scit secretum occultum antiquorum sapientum, ließ viele in dem gemeinen Im Salz. Salz die Materia prima erblicken, und zu mehrerer Sicherheit beriefen sie sich auch auf den 34. Vers des 14. Kapitels im Lucas, wo es heißt: »Es ist eine gute Sache, das Salz«. Odomar, ein Mönch zu Paris, der um 1350 seine Practica artis schrieb, ist der älteste Alchemist, der aus dem Kochsalz den Stein der Weisen darstellen wollte. Quercetanus um 1600 vertheidigte die Abstammung des Namens Alchemie von ἅλς und χημεία, weil in dem Salz das große Geheimniß der Chemie verborgen sei, und noch 1615 bezeugte der Almosenier Ludwig's XIII. von Frankreich, Gabriel de Chataigne, in seinem Grand Miracle de la Nature métallique, daß er selbst die Wirkung einer aus Meersalz dargestellten Tinctur erprobt habe.

In der Luft. Andere glaubten, da die Materia prima so schwer zu erhalten sei, müsse sie wohl das flüchtigste aller Wesen sein. Diese suchten sie in der Luft. Sie wollten aus dieser etwas abscheiden, was sie den Spiritus mundi nannten, und zu dessen Gewinnung man verschiedene Mittel anwandte. Der Amtmann Baldewein (bekannter unter dem latinisirten Namen Balduinus) sättigte (1674) Kreide mit Salpetersäure, und rauchte zur Trockne ab. Das Salz zog aus der Luft Feuchtigkeit und nach Balduin's Meinung den Spiritus mundi an, diesen destillirte er mit dem Wasser ab, und verkaufte die so erhaltene concentrirte Lösung des geheimnißvollen Körpers zu 12 Ggr. das Loth. Andere arbeiteten mit Thau (und über den

Maithau legte deßhalb der Engländer Thomas Henshaw der Londoner Societät noch 1665 eine chemische Untersuchung vor), mit Regen- und Schneewasser, sogenannter Sternschnuppenmaterie und anderen Substanzen, von denen sie glaubten, daß sie bei ihrem Durchgang durch die Luft den edlen Stoff sich angeeignet haben könnten; mit Kröten, Schlangen und Eidechsen, namentlich den goldgefleckten, weil diese Thiere lange ohne Nahrung ausdauern können, sich also von der Luft nähren, und das flüchtige Princip der Luft in sich verdichten. Aufsuchung der Materia prima. In der Luft.

Als der Unsinn diesen Grad erreicht hatte, so erdachte man bald noch andere Stoffe, aus welchen der Stein der Weisen darzustellen sein möchte. Einige waren der Ansicht, in der Erde, der Mutter alles Mineralischen, müsse auch die erste Materie des Steins der Weisen anzutreffen sein; sie nahmen den Ausdruck terra virginea sehr wörtlich, gruben knietief Erde aus, die also ihrer Meinung nach noch nie berührt und jungfräulich war, und machten sich an's Werk. Diese Bezeichnung des Steins der Weisen als terra virgo oder terra virginea gab noch zu manchem andern Irrthum Anlaß; so behauptete einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, Fr. J. W. Schröder, sie habe sich früher zu Colchis vorgefunden, und in weit entfernter Zeit sei dort bereits mit ihrer Hülfe Alchemie getrieben worden, wobei er sich auf des Plinius Naturgeschichte, Buch 33, Kap. 3, berief, wo dieser sagt: Iam regnaverat in Colchis Salauces et Esubopes, qui, terram virginem nactus, plurimum argenti aurique eruisse dicitur in Samnorum gente, et alioquin velleribus aureis inclyto regno. — Aber die rechte terra virgo wollte sich nicht finden lassen. In der Erde.

Andere wählten die Stoffe zum Gegenstand ihres Suchens, welche die Erde in sich bereitet, wie Salpeter und ähnliche. Der Salpeter besonders fand viele Bearbeiter, weil Sendivogius die Materia prima einen Salniter nennt (ob er gleich sonst auch, hiermit im Widerspruch, sagt: »Wenn du willst ein Metall machen, so soll ein Metall dein Anfang sein, denn ein Hund wird nur gezeugt durch einen Hund«). Die Alchemisten, welche das erstere wörtlich nehmen, führen zugleich für ihre Ansicht an, daß der Salpeter in allen drei Naturreichen vorkomme, und sich hierauf Isaac Hollandus' Aussprüche über den vegetabilischen, animalischen und mineralischen Stein (Seite 221) beziehen lassen; zudem nenne Paracelsus die Materie des Steins eine dreifältige. Aber auch aus dem Salpeter wollte sich der Stein der Weisen nicht darstellen lassen.

Aufsuchung der Materia prima. In vegetabilischen Stoffen.

Noch Andere arbeiteten mit Substanzen, welche durch die Kraft der Vegetation aus der Erde ausgegangen seien, z. B. mit Weinstein. Pflanzensäfte kommen auch schon sehr früh in den alchemistischen Schriften vor; bei dem angeblichen Democrit (φυσικὰ καὶ μυστικὰ) wird bereits der Saft der Primula verna (Anagallis) und des Rhabarbers (Rhaponticon) zur Darstellung von Gold angerathen; bei den älteren griechischen Alchemisten kommt außerdem der Saft von Chelidonium häufig in dieser Beziehung vor. Diese Bezeichnungen können nur figürlich sein, wozu die gelbe Farbe der Blüthen, Wurzeln, des Saftes u. s. w. Anlaß gab. Ebenso figürlich ist der succus lunariae zu nehmen, von welchem Raymund Lull als einer Zuthat zum Stein der Weisen spricht. Die Alchemisten fanden indeß diese Pflanze selbst sehr merkwürdig, schon wegen ihrer silberglänzenden Schoten, und Viele vermutheten, es möge darin das große Geheimniß verborgen sein. De l'Isle, ein Franzose aus der Provence, und als Inhaber des Steins der Weisen berühmt, zog besonders die Aufmerksamkeit der Alchemisten auf die wirklichen Pflanzen Lunaria major und minor. Er lebte im Anfange des 18. Jahrhunderts auf Schloß Palu in der Provence, verwandelte viel Blei in Gold, auch Eisen in Silber. Das weiße Pulver zur letztern Transmutation wollte er aus den genannten Pflanzen darstellen, welche er in großer Menge anbauen ließ. Der Bischof von Sens überzeugte sich selbst von der Wahrheit, und berichtete an den Finanzminister Desmarets nach Paris. De l'Isle wurde eingeladen, vor dem Könige seine Kunst zu zeigen; da er aber zögerte, wurde er gefangen genommen und sollte im Gefängniß arbeiten. Er weigerte sich und gab an, die Verfertigung des Pulvers nicht zu kennen, sondern es von einem fremden Adepten erhalten zu haben. Härter behandelt, vergiftete er sich 1712. —

Die Alchemisten glaubten auch außerdem noch, durch abnorm gesteigerte vegetabilische Lebenskraft werde manchmal in den Pflanzen selbst Gold hervorgebracht. So theilte ein gewisser J. Paterson Hain in den Ephemeriden der kaiserlichen Naturforschergesellschaft mit, daß 1671 in einem ungarischen Weinberge alle Traubenkerne von Gold gewesen seien, was erst hundert Jahre später durch Born entkräftet wurde, welcher nachwies, jene vermeintlichen Traubenkerne seien nur die goldgelben Eier eines Insects. So trug noch 1778 Sage der Pariser Akademie vor, der Weinstock erzeuge Gold, und aus einem Centner Rebenasche wollte er dreihundert Gran Gold abgeschieden haben; was indeß bei der Wiederholung sich nicht bestätigte.

Viele Anhänger hatten die Meinung, daß die Materia prima in Producten des menschlichen Körpers zu suchen sei, da eine so edle Substanz nur durch die Alles veredlende Kraft des menschlichen Körpers, welche unedle Nahrungsmittel in Theile des edlen Organismus verwandle, erzeugt werden könne. Diese glaubten auch, die animalische Lebenskraft könne manchmal Gold erzeugen, und im 17. Jahrhundert trug man sich viel mit Geschichten von Kindern mit goldenen Zähnen, bis Rolfink in seiner Chymia in artis formam redacta (1661) diese Sache mit guten Gründen unter die nonentia chemica verwies. Die Anhänger jener Meinung arbeiteten mit Haaren, Speichel, Blut, und vorzugsweise, sofern die Lebenskraft und Lebenswärme am längsten auf die Excremente einwirke, mit diesen. Dafür fanden sie auch Belegstellen genug in alten Schriftstellern. Morienes im 11. Jahrhundert sagt in seinem Dialogus cum Calid rege: O rex, in te est quod quaeris. Viele andere Autoren geben an, der Arme habe die Materia prima so gut wie der Reiche; Adam habe sie mit aus dem Paradiese gebracht u. s. w. Was konnte dies anders sein, als Excrement? Dazu sagt noch Haimo im 9. Jahrhundert in seiner Epistola de lapidibus philosophicis: um die Materia prima zu erlangen, solle man an das Hintertheil der Welt gehen, da werde man donnern hören und des Windes Brausen vernehmen, Hagel mit Platzregen werde fallen. Da finde man die Sache, so man suche, und sie sei köstlicher für die Alchemisten, als alle Steine der Gebirge. Wenn man nun unter der Welt den Mikrokosmus, der sich im Menschen repräsentirt, versteht, so ist die Deutung leicht. Das Vertrauen, daß in diesen Stoffen die Materia prima enthalten sei, brachte sogar einige Alchemisten dahin, ihre eigenen Excremente, um sie noch mehr zu zeitigen, einer nochmaligen Verdauung zu unterwerfen. Bemerken will ich hier nur noch, daß die Arbeiten nach diesem Princip zur Entdeckung des Phosphors führten, welchen ein Hamburger Alchemist Brandt 1669 auffand, als er aus Urin den Stein der Weisen darzustellen suchte.

Aufsuchung der Materia prima. In thierischen Stoffen.

So wurde Alles durchsucht, was irgend Namen hatte; Jungfernmilch und Menstrualblut, weil die Alchemisten die Bezeichnungen lac virginis und menstruum (Lösungsmittel) in älteren Autoren fanden; der berühmte Stahl, am Ende des 17. Jahrhunderts, versichert noch, aus rothgefärbten Kirchenfenstern lasse sich eine sehr wirksame Tinctur zur Verwandlung des Silbers in Gold darstellen. — Die Satyre über die unsinnigen Versuche der Alchemisten blieb nicht aus. Ein gewisser Benedictus Figulus, der 1608

Auffsuchung der Materia prima.

einen Rosarium novum olympicum et benedictum publicirte, lehrte darin, Gold aus Juden zu machen (24 Juden geben nach seiner Vorschrift 1 Loth Gold), und ein würtembergischer Pfarrer Johann Clajus schrieb 1616: »Alkymistica, d. i. wahre Kunst, aus Kühmist durch seine Operation und Proceß gut Gold zu machen.«

Wir haben in dem Vorhergehenden die Bemühungen der Alchemisten wechseln sehen, indem sie von einer für die früheste Zeit gar nicht üblen Theorie der Gleichartigkeit aller Metalle hinsichtlich der Zusammensetzung ausgingen, und zuletzt dem unsinnigsten Empirismus huldigten, wo gar keine leitende Idee bei ihren Versuchen mehr aufzufinden ist. Es ist schwer, zu sagen, wo die auf chemische Ansichten begründeten Bemühungen in rein empirische und auf Zufall hin angestellte übergehen; die letzten Züge von Absurdität, welche ich hinsichtlich der Auffsuchung der Materia prima mittheilte, bilden indeß jedenfalls den Uebergang zu einer Klasse von Alchemisten, welche alle chemische Theorie bei ihren Operationen gänzlich verwarfen. Von den Materialisten unter den Alchemisten, welche durch Correction der chemischen Zusammensetzung unedle Metalle in edle verwandeln wollten, unterscheidet man die Mystiker, welche die Erzeugung des Goldes als einen organischen oder dynamischen Proceß betrachteten, soweit sich ihre unklaren Ideen in wenigen Worten geben lassen. So entgegengesetzt sich auch die Ausgangspunkte dieser beiden Parteien sind, so findet doch zwischen ihren Ansichten ein ganz allmäliger Uebergang Statt; bei den eigentlichen Materialisten findet sich mystische Bezeichnungsweise, und die eigentlichen Mystiker verschmähen nicht, die Beweise für die Golderzeugung mit anzuführen, welche die Materialisten zu geben suchten. — Die Mystiker verglichen die Entstehung des Goldes mit der thierischen Zeugung (für die Art, wie sie ihre Ansichten einkleideten, kann die Seite 223 angeführte Stelle aus Jean d'Espagnet dienen), oder auch mit der Entstehung und dem Wachsthum von Pflanzen; sie sprechen demgemäß von einer Seele des Goldes, welche mit unedlen Metallen (todten Körpern) vereinigt, diese lebendig mache, veredele; oder von einem Samen des Goldes, der in unedle Metalle gesäet, Gold wachsen mache; sie versichern, daß dies Wachsthum kräftiger stattfinde, wenn eine Putrefaction der unedlen Metalle vorausgegangen sei, und ermangeln nicht, zu besserem Gedeihen auch Dünger zuzugeben. Sie unterscheiden ein Horizontalgold, als künstlich hervorgebrachtes, von

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

dem Verticalgold, welches natürlich vorkommt; der Samen oder die Seele des Goldes heißt auch Centralgold; es war dieses also gewissermaßen eine Quintessenz des Goldes, ein Superlativgold, welches in seiner Einwirkung auf unedle Metalle Positivgold (gewöhnliches) hervorbringt.

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Die Ansicht, daß die Entstehung des Goldes oder des Steins der Weisen (denn damit fällt doch wieder zuletzt die Annahme der Mystiker von Centralgold, Superlativgold und Samen oder Seele des Goldes zusammen) eine der Erzeugung thierischer oder vegetabilischer Stoffe analoge Sache sei, findet sich schon bei älteren alexandrinischen und byzantinischen Schriftstellern. Dahin deutet z. B., wenn schon Zosimus um 400 von einem männlichen und einem weiblichen Princip spricht, aus deren Vereinigung das erste Requisit zur künstlichen Erzeugung von Gold sich bilde. Solche Vergleichungen liegen nahe; ihre Aeußerung kann um so weniger befremden, da sich Unwissenheit von Thatsachen nur durch mystische Bezeichnungsweise verbergen läßt, und unklare Ansichten stets vorzugsweise in Analogien gegeben werden. Darauf, daß man die Hervorbringung des Steins der Weisen als der Hervorbringung eines thierischen Organismus analog betrachtete, beruht auch die Benennung ovum philosophicum für das Gefäß, worin der Stein der Weisen gezeitigt wird (Seite 225); dieses ovum ist die Schale zu der Substanz, worin der Keim des Steins der Weisen enthalten ist; es wird in dem Ofen bebrütet. — Unter den Abendländern trug namentlich Raymund Lull dazu bei, die mystischen Ansichten in Gang zu bringen, indem er die Bereitung des Steins der Weisen mit der Verdauung, der Entstehung des Blutes und der Ausscheidung der übrigen Säfte im menschlichen Körper verglich.

Die mystische Anschauungsweise wurde noch anziehender, als die alchemistischen Operationen nicht allein mit denen eines lebenden Organismus, sondern sogar auch mit den Beziehungen zwischen Seele und Leib vor und nach dem Tode verglichen wurden. Auch solche Gleichnisse lassen sich weit zurückverfolgen. Aeneas Gazaeos, aus dessen Schrift de immortalitate animae ich oben (Seite 153) eine Stelle angeführt habe, gebraucht schon die Metallveredlung als Gleichniß für die Auferstehung mit einem verklärten Leibe. Unter den Abendländern fand diese Vergleichung viel Anklang, und allmälig bildete sich in den Köpfen vieler Alchemisten die Ansicht aus, daß Leben, Sterben und Auferstehung nur höhere alchemistische Processe seien (vergl. Theil I. Seite 76). So spricht sich z. B. Basilius

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Valentinus im Triumphwagen des Antimonii folgendermaßen aus: „Wir armen Menschen werden wegen unserer Sünde allhier durch den Tod, den wir wohl verdient, in das Irdische, nämlich das Erdreich, eingesalzen, bis so lange wir durch die Zeit putrificiret werden und verfaulen, und dann hinwiederum endlich durch das himmlische Feuer und Wärme auferweckt, clarificirt und erhaben werden, zu der himmlischen Sublimation und Erhöhung, da alle Feces, Sünden und Unreinigkeiten abgesondert bleiben.“ Soweit sogar ging die Verirrung, daß die Alchemisten, denen der Begriff des Steins der Weisen der höchste war, diesen sogar mit dem der Dreieinigkeit verglichen, und die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold durch den Stein der Weisen mit der Erlösung des Menschengeschlechts durch den Heiland. So giebt Basilius Valentinus in seinen Schlußreden eine Allegoria S. S. Trinitatis et Lapidis philosophici, welche als ein Beweis dafür, wie weit der Unsinn sich seiner Zeit gesteigert hatte, hier eine Stelle verdient. „Lieber christlicher Liebhaber der gebenedeiten Kunst! Wie hat doch die heilige Dreifaltigkeit den lapidem philosophorum so herrlich und wunderbarlich geschaffen. Denn Gott der Vater ist ein Geist, und läßt sich doch sehen in Gestalt eines Menschen, wie er in seinem Wort Genes. I. sagt: laßt uns Menschen machen, ein Bild das uns gleich sei. Also ist zu achten der Mercurius Philosophorum ein spiritualisch corpus, wie ihn die Philosophi heißen. — Aus Gott dem Vater ist geboren sein einiger Sohn Jesus Christus, welcher ist Gott und Mensch, und ist ohne Sünde, hat auch nicht bedürft zu sterben. Er ist aber freiwillig gestorben und auferstanden um seiner Brüder und Geschwister willen, auf daß sie mit ihm ewiglich ohne Sünde lebeten. Also ist Gold ohne allen Defect, und ist fix, daß es alle Examina besteht, und herrlich; aber um seiner imperfecten und kranken Brüder und Schwestern willen stirbt es, und stehet auf herrlich, erlöset und tingiret sie zum ewigen Leben, und machet sie perfect zu gutem Gold. — Die dritte Person in Trinitate ist Gott der heilige Geist, ein Tröster von unserm Herrn Jesu Christo, seinen gläubigen Christen gesandt, der stärket und tröstet sie im Glauben bis zum ewigen Leben. Also ist auch der Spiritus Solis materialis, oder Mercurius corporis. Wenn sie zusammenkommen, so heißt er alsdann Mercurius duplicatus, das sind die zween Spiritus, Gott der Vater und Gott der heilige Geist. Aber Gott der Sohn ist homo glorificatus, gleichwie unser glorificirtes und fixes Gold, der Lapis philosophorum; daher wird dieser Lapis auch trinus ge-

nannt. Nehmlich ex duabus aquis vel spiritibus, minerabili et vegetabili, und von dem animalischen sulphure solis. Das sind dann die zwei und drei und doch nur eins, verstehst du es nicht, so triffst du keins. — Also habe ich per similitudinem das Universal genugsam vorgemahlt."

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Mit dieser mystischen Auffassung der Bedeutsamkeit chemischer Operationen verband sich nun der schon oben besprochene Glaube an Prädestination für den Besitz des Steins, und es liegt darin zugleich der Grund zu der religiösen Behandlung der alchemistischen Forschungen im Allgemeinen. Dieses Einmischen von Beschwörungen und Gebeten in chemische Operationen, wo keine Unze Weinstein ohne Anrufung Gottes um specielle Segnung für den bevorstehenden Proceß in Arbeit genommen wird, ist erst den Alchemisten vom 13. Jahrhundert an eigenthümlich, obgleich auch schon bei den älteren griechischen Schriftstellern sich in öfteren, aber nur einzelnen, Fällen eine Verschmelzung der Ausübung chemischer Operationen mit Ausübung der Frömmigkeit vorfindet. Die Araber kennen eine solche Verschmelzung natürlich nicht, weil die Ausübung der hermetischen Kunst eigentlich gar nicht mit ihren Glaubenslehren in Uebereinstimmung zu bringen war. — Raymund Lull und Arnold Villanovanus fangen schon mit diesem Mißbrauch der heiligsten Begriffe an; Deus, qui gloriose omnipotens existit, propter te amare, diligere et colere incepimus artem praesentem, — mit diesen Worten beginnt Ersterer sein Testamentum. — Arnold Villanovanus giebt in seinen Werken viele Lehren, welche Gebete man während der Operationen recitiren muß, und wie oft, damit ein günstiger Erfolg gesichert werde.

Die Einführung der Gebetsformeln in die alchemistischen Processe, und überhaupt alle Vermischung religiöser Begriffe mit alchemistischen, wie wir deren so viele bereits im Verfolg dieser historischen Untersuchung kennen lernten, wurde durch einen Umstand theilweise veranlaßt oder mindestens sehr befördert, welcher auf den ersten Blick sehr unbedeutend scheint, es aber für diesen Gegenstand keineswegs ist. Ich meine die Angabe von Gebeten als Zeitbestimmung. Zwar dauerten die meisten Operationen der Alchemisten Tage-, Wochen-, selbst Monate lang, aber es wurden auch kürzer währende Processe beschrieben, und dafür wird die nöthige Zeit, wie im 10. bis 12. Jahrhundert und noch länger üblich, meist nach Gebeten angegeben. Schrieb aber ein Alchemist vor, zwei Substanzen sechs Paternosterlang mit einander kochen zu lassen, so wurde gewiß bei dem damaligen Zeitgeist, wenn

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

das Recept in die vierte Hand kam, das Kochen als Nebensache, das Paternosterbeten aber als die Hauptsache angesehen.

Mit der Reformation verlor die mystische Behandlung der hermetischen Aufgaben nichts von ihrem Ansehen. Luther selbst verdammte die Alchemie keineswegs, sondern lobte sie in seiner Canonica »wegen der herrlichen und schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten am jüngsten Tage. Denn ebenso wie das Feuer aus einer jeden Materie das Beste auszieht und vom Bösen scheidet, und also selbst den Geist aus dem Leib in die Höhe führt, daß er die obere Stelle besitzt, die Materie aber gleichwie ein todter Körper unten am Boden liegen bleibt: also wird auch Gott am jüngsten Tag durch sein Gericht, gleichwie durch Feuer, die Gerechten und Frommen scheiden von den Ungerechten und Gottlosen. Die Gerechten werden auffahren gen Himmel, die Ungerechten aber werden unten bleiben in der Hölle.«

Hiernach war eine, wenngleich nur figürliche, Beziehung zwischen religiösen und alchemistischen Ansichten auch in den Protestantismus eingeführt, und man kann fast sagen, daß dieser Mysticismus hier später seine Blüthezeit erreichte. Dies geschah, nachdem im Anfange des 17. Jahrhunderts der Rosenkreuzerbund sich mit der hermetischen Kunst abgab, und der Anhang des Schwärmers Jacob Böhme (eines Schusters zu Görlitz, welcher 1624 in seinem 50. Jahre starb, und viele theosophisch-philosophische und religiöse Ansichten verbreitete) gleichfalls in der Sprache der Alchemisten sich auszudrücken anfing. Nun war nicht mehr die mystische Ausdrucksweise eine Bezeichnung für alchemistische Meinungen, sondern die alchemistischen Ausdrücke wurden zur Bezeichnung religiöser Ansichten und Schwärmereien angewandt. In den Schriften dieser Secten bedeutet »Stein der Weisen« gar nicht mehr eine goldmachende Substanz, sondern Bekehrung, Heil im religiösen Sinne des Wortes; der irdene Ofen, in welchem die Darstellung des Steins der Weisen vor sich gehen soll, ist der irdische Theil des Menschen; der grüne Löwe, von welchem aus die Alchemisten den Stein der Weisen zu erlangen hofften (Seite 225), wird mit dem Löwen aus dem Stamme David's identificirt. Nur mittelst dieses Schlüssels kann man viele sogenannte alchemistische Tractate des 17. Jahrhunderts entziffern, welche genau genommen gar nicht Alchemie behandeln, sondern nur mystisch-theologischen Inhalts sind. Wie weit in ihnen die Verschmelzung religiöser Begriffe mit der Alchemie geht, kann man aus dem eben Erwähnten ent-

nehmen; auch die oben (Seite 183) mitgetheilte Stelle von Pordage läßt sich hierher beziehen. — Die Absurdität der Mystiker ging aber fast noch weiter; in vielen Stellen der Bibel fanden sie offenbare Bezugnahme auf ihre eigenthümliche Auffassung der Alchemie. Wirkliche Geistesstörung ist vorauszusetzen, wenn man einzelne behaupten sieht, daß Gott allen wahren Christen den Stein der Weisen versprochen habe, wobei sie sich auf die Offenbarung Johannes (Kap. 2, Vers 17) stützen, wo es heißt: *τῷ νικῶντι δώσω — — — ψῆφον λευκὴν* (dem Ueberwindenden werde ich geben einen weißen Stein, worin sie eine Andeutung auf den »Stein der Weisen« fanden); wenn man liest, daß diese Verrückten Kenntniß haben wollen, wie nach der Verleihung des Steins der Weisen am jüngsten Tage die damit Beschenkten ihn aufbewahren, wo sie sich auf den 7. Vers des 4. Kapitels im II. Brief an die Korinther berufen, wo Paulus sagt: *ἔχομεν δὲ τὸν θεσαυρὸν τοῦτον ἐν ὀστρακίνοις σκεύεσιν* (wir tragen diesen Schatz in irdnen Gefäßen). Solche Sachen finden sich aus dem 17. Jahrhundert in den Schriften des Engländers Asgill, der Deutschen Gregor Michaelis (geboren 1625 zu Rostock, gestorben 1686 als Superintendent zu Oldenburg), Johann Michael Dilherr (geboren 1604 im Hennebergischen, 1631 — 1642 Professor der Eloquenz, Geschichte und Theologie zu Jena, gestorben 1669 als Prediger zu Nürnberg) und Anderer ausgesprochen.

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Gehen wir nach dieser Betrachtung, wie sich die alchemistischen Ansichten mit der Auffassung einzelner religiösen Lehren verbanden, wieder zu der angeblichen künstlichen Bereitung edler Metalle zurück, namentlich in Bezug auf das, was die Mystiker eigentlich hervorzubringen glaubten.

Die mystische Ansicht über die Erzeugung von Gold erhielt sich ziemlich lange; der Letzte, der ihr huldigte und öffentlich für sie auftrat (ohne indeß irgendwie die eben besprochenen groben Verirrungen zu theilen), war der berühmte und sonst wohlverdiente Theolog Johann Salomo Semler (geboren 1725 zu Saalfeld, seit 1752 Professor zu Halle, gestorben 1791). Im Jahre 1786 beschäftigte er sich mit einer damals berühmten Universalarznei, welche ein gewisser Baron Leopold von Hirsch in Dresden unter dem Namen des Luftsalzes feil bot; er schrieb mehrere Flugschriften »von ächter hermetischer Arznei«, worin er des Heilmittels Universalkraft anpries, und glaubte zuletzt selbst gefunden zu haben, daß in diesem Salze, wenn es angefeuchtet und warm gehalten werde, Gold sich er-

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

zeuge und wachse. Er schickte 1787 eine Portion des Salzes sammt darin gewachsenem Gold an die Akademie nach Berlin; Klaproth fand darin Glaubersalz und Bittersalz in ein Harnmagma eingehüllt, und Blattgold in hübschen Dimensionen. Semler schickte auch an Klaproth Salz, in welchem noch kein Gold gewachsen sei, und einen Liquor, »welcher den Samen des Goldes enthalte und das Salz beim Aufgießen in der Wärme befruchten werde«; es zeigte sich indeß, daß das Salz bereits mit Blattgold vermengt war. Semler indeß glaubte fest an die Entstehung des Goldes, und schrieb 1788: »Zwei Gläser tragen Gold; alle fünf oder sechs Tage nehme ich es ab, immer zwölf bis funfzehn Gran. Zwei bis drei andere Gläser sind auf dem Wege, und das Gold blüht unten durch.« Er schickte neuerdings Blätter von vier bis neun Quadratzoll an Klaproth, und dieser fand nun bei der Prüfung, daß sich die Pflanze verschlechtert habe; sie trug jetzt nur unächtes Gold, Tombak. — Die Sache klärte sich dahin auf, daß Semler's Diener, welcher des Treibhauses warten sollte, Gold in die Gläser gelegt hatte, um seinen Herrn zu vergnügen; bei Verhinderung des Dieners beauftragte dieser seine Frau mit dem Geschäft, welche indeß der Meinung war, daß man wohlfeiler größere Quantitäten erzielen könne, wenn man unächtes Blattgold hineinwerfe.

Das Vorstehende mag einen Begriff geben von ächt hermetischen Versuchen zur Darstellung des Steins der Weisen. Mit diesen Bestrebungen verknüpften sich noch einige andere, welche nicht übergangen werden dürfen, und deren Besprechung hier eingeschaltet werden mag.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen.

Das Hauptziel der Alchemie war immer die Darstellung des Steins der Weisen in seiner Vollkommenheit, also auch als Universalmedicin. Aber wer nicht so weit kam, versuchte seine Kraft und Geschicklichkeit an einigen anderen Aufgaben, deren Realisirung stets nur von Alchemisten bearbeitet wurde. Zu den gelegentlichen rein alchemistischen Bestrebungen rechne ich die Darstellung des Alkahest, die Palingenesie und die Hervorbringung des Homunculus.

Das Alkahest.

Besprechen wir zuerst das Alkahest oder Menstruum [1]) universale. — Die Alchemisten fanden bei dem Aufsuchen des Steins der Weisen in allen

---

[1]) Die Bezeichnung Menstruum für Auflösungsmittel kommt, nach Boerhave,

möglichen Substanzen viele Stoffe, welche ihren Lösungsmitteln widerstanden. Da aber die Körper nur im aufgelösten Zustande chemischer Bearbeitung und Veränderung fähig sind (corpora non agunt nisi soluta), so war die Kenntniß wirksamer Lösungsmittel von hohem Werthe, und es entstand so der Begriff von dem Ideal eines Lösungsmittels, von einer Flüssigkeit, welche alle Körper ohne Ausnahme auflöst. Dieses Ideal wurde Alkahest genannt.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkahest.

Die Sache findet man schon im 15. Jahrhundert erwähnt. Georg Ripley spricht von einer Quintessenz, welche alle Körper zu Oel mache, selbst den Stein der Weisen auflöse, und die Krankheiten der Menschen heile. Aber die Lehre vom Alkahest consolidirte sich hauptsächlich, nachdem der Name hinzugekommen war. Wie wir dies in der Alchemie so oft sehen, erfolgt eine genaue Angabe von Einzelnheiten bald, wenn nur einmal eine bestimmte Bezeichnung für einen noch so unbestimmten Begriff eingeführt ist.

Der Name findet sich zuerst bei Paracelsus. In seinem Tractat de viribus membrorum sagt er: Est liquoris Alchahest magna vis in jecore, ad illud confortandum et confirmandum et praeservandum ab hydrope et omnibus generibus ex hepate oriundis. — — Quare vobis omnibus, qui colitis medicinam, opus ut noscatis praeparare Alchahest, ad abigendos morbos plurimos ab hepate oriundos. — Dies ist Alles, was sich bei Paracelsus darüber findet; von der Zubereitung sagt er kein Wort.

Das Alkahest wäre indeß ohne Zweifel mit den vielen anderen neuen Ausdrücken des Paracelsus vergessen worden, hätte es nicht van Helmont aufgefaßt und auf den Begriff eines allgemeinen Auflösungsmittels angewandt. Van Helmont ist der hauptsächlichste Gewährsmann für alle dem Alkahest beigelegten Eigenschaften; es sind dies folgende:

Das Alkahest ist eine Flüssigkeit (aqua crassa, solvens, immutabilis) von brennender Eigenschaft (deßhalb heißt es auch ignis aqua, ignis Gehennae); anderswo nennt er es ein Salz, und das Ens primum der Salze.

---

davon her, daß man früher die Auflösungsmittel nur bei sehr gelinder Wärme, aber deste länger, auf die Körper einwirken ließ. Die gebräuchliche Zeit war Ein Monat; daher der Name menstruum für einen Stoff, welcher eine monatlange (was menstruus eigentlich heißt) Wirksamkeit ausübt.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkahest.

Es findet sich nicht in der Natur, und kann nur künstlich dargestellt werden; seine Bereitung ist aber das schwerste aller chemischen Kunstwerke. Zu seiner Erlangung ist auch wieder Prädestination nöthig; particulari privilegio electus esse debet, qui eo potietur. Manet quippe Deus solus ejus dispensator, ob rationes Adeptis notas.

Das Alkahest löst alle Körper, und verwandelt sie in eine wässerige Flüssigkeit. Der Sand widersteht jedem künstlichen Lösungsmittel, nur durch das Alkahest wird er aufgelöst, mit welchem er bei künstlichem Feuer ein Salz bildet, und endlich zu Wasser (Flüssigkeit) wird. Es löst auch die mineralischen, vegetabilischen und animalischen Substanzen; Felsen, Edelsteine, Kiesel, Sand, Markasit, Glas, Kalk, Schwefel u. s. w. verwandelt es in ein Salz (löslichen Körper); die Metalle indeß nur schwer, propter seminis anaticam commistionem. Es löst auch die Oele, selbst Cedernholz, auch Kohle von Eichenholz. — Gold wird aufgelöst, Queckſilber in ein fixes, feuerbeständiges Pulver verwandelt. — Im Allgemeinen ist seine lösende Wirkung wie die des heißen Wassers auf Schnee.

Dabei hat das Alkahest auch nach van Helmont bedeutende medicinische Eigenschaften; ut ignis omnes perimit insectas: ita Alkahest consumit morbos.

Das sind die vornehmsten Eigenschaften des Alkahest. Denn alle späteren treten nur dem van Helmont nach. Was ist es nun für eine Substanz?

Die Wichtigkeit, welche die Sache für die Alchemisten hatte, ließ viele unter ihnen sich mit diesem Gegenstande beschäftigen. Einige versuchten die Ergründung etymologisch. Sie glaubten, daß Alkahest anzeige: Alkali est; Andere wollten darunter Allgeist verstehen, den Spiritus mundi, wovon viel gefabelt wurde, und welchen die Meisten als mit dem Mercur der Weisen identisch betrachteten (auch die Identität des Alkahests mit dem mercurio philosophorum wurde vielfach behauptet); noch Andere Salzgeist. Einige leiteten es auch von dem Worte καυστής, Verbrenner, ab, welchem die Araber den Artikel vorgesetzt hätten, wobei nur zu bemerken ist, daß sich bei keinem Araber das fragliche Wort findet. Auf diese Art erhielt man keinen genügenden Aufschluß.

Andere untersuchten, welche Substanz in ihrer Wirkung der des Alkahests am meisten entspreche. Glauber, der sich unter den Späteren am meisten damit beschäftigt hat, war der Meinung, es sei nitrum fixum,

Pottasche, welche viele der von van Helmont angegebenen Eigenschaften hat, aber nicht alle; indeß wird in späteren Werken oft unter Alkahest des van Helmont geradezu Pottasche verstanden. Glauber selbst schrieb indeß auch seinem sal mirabile in gewisser Hinsicht die Eigenschaft eines Alkahests zu, besonders weil es die Kohlen auflöst, »welche doch sonst durch kein corrosiv zu solviren«, und nebenbei auch viele Metalle. Zwelffer und Tachenius hielten den scharfen Grünspanessig für van Helmont's Alkahest; zu Gunsten dieser Ansicht läßt sich nur wenig anführen. Unter dem Namen Alcaest de Respour wurde früher eine Auflösung von Zink in Kali verstanden, welche Respour zu Paris in seinen rares experiences sur l'esprit minéral (1668) für den Universalmineralgeist hielt, und von welcher er bedeutenden Erfolg für die Metallveredlung erwartete. Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkahest.

Nach dem Alkahest wurde im 17. Jahrhundert eifrig gesucht; bald indeß klärten sich die Ansichten der Chemiker mehr auf, und die Unmöglichkeit desselben wurde behauptet. Kunkel besonders war es, der gegen die Existenz eines allgemeinen Lösungsmittels eiferte, und seine einfache Frage: »wie haben es denn die Besitzer desselben aufbewahrt?« war hinreichend, die Meisten von der Unsinnigkeit der Annahme, daß ein solcher Körper darzustellen sei, zu überzeugen. Im 18. Jahrhundert wird dem Alkahest nur noch geringe Aufmerksamkeit geschenkt, und die historische Betrachtung dieser alchemistischen Verirrung können wir hier schließen.

Mittelbar nur stehen mit der Alchemie die Ansichten über die Palingenesie und den Homunculus in Verbindung, welche ich daher hier nur kurz berühren will.

Unter Palingenesie verstand man die Wiedererweckung der Pflanzen aus ihrer Asche. Weil dies unmöglich ist, wurde es vielfach versucht. Quercetanus um 1600 ist der Erste, welcher deutlich ausgesprochen hat, daß geschickte Chemiker aus jeder Asche die Pflanze wieder in gesundem Zustande hervorbringen können, von welcher die Asche ursprünglich stammte. Schon van Helmont erklärte sich gegen diesen Unsinn, der indeß auch viele Vertheidiger fand. Kunkel sprach sich gleichfalls dagegen aus, und betrachtete die Palingenesie in seiner philosophia chymica 1694 als ein non-ens chymicum. Von ihm wissen wir auch, daß damals die Beweise dafür ganz in alchemistischer Art gehalten waren, es war nämlich Taschen- Die Palingenesie.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Die Palingenesie.

spielerei, wo man den Samen der Pflanzen geschickt in die Asche zu mengen wußte. Daß auch nicht, wie Einige behauptet hatten, die Lauge von einem verbrannten Kraute bei dem Gefrieren die Gestalt des Krautes im Eise hervorbringe, und so eine Art Palingenesie stattfinde, hat Boyle 1661 ausführlich zu zeigen für gut befunden. Noch 1716 traten aber Verfechter solchen Aberglaubens auf, z. B. der damals berühmte Arzt Franck von Franckenau in einer eigenen Schrift, und fast gleichzeitig erklärte ein Dr. A. F. Pezold, was man eigentlich unter Palingenesie zu verstehen habe, nämlich nicht die Hervorbringung einer wirklichen Pflanze, sondern einer dieser ähnlichen idealischen. Die Sache kam zuletzt darauf hinaus, daß man bei dem Krystallisiren der Salze pflanzenähnliche Figuren beobachte, die eine Uebereinstimmung mit den Pflanzen haben sollen, woraus das Alkali des Salzes gewonnen war. Daß selbst um 1764 Anhänger der Palingenesie existirten, veranlaßte zu dieser Zeit noch Wallerius, die Widerlegungsgründe zu wiederholen.

Der Homunculus.

Früher noch, als diese künstliche Darstellung von Pflanzen aus ihrer Asche, zeigt sich das wo möglich noch unsinnigere Bestreben, durch spagirische Künste einen thierischen oder menschlichen Körper darzustellen. Paracelsus ist der Erste, welcher die Hervorbringung eines kleinen lebendigen Menschen, des homunculus, aus männlichem Samen durch chemische Handgriffe behauptet. Nur Wenige mögen sich indeß damit befaßt haben; daß es aber geschah, lehrt uns die Aufmerksamkeit, womit noch Kunkel der Ansicht erwähnt; dieser urtheilt übrigens: homo secreta ratione in vitro vel ampulla chymica fabricatus, est non-ens. Noch 1733 ließ indeß Fr. Rothscholz in seinem Theatrum chemicum eine »treuherzige Warnungs-Vermahnung an alle Liebhaber der Alchemie« abdrucken, worin vor den falschen Alchemisten gewarnt wird, welche aus Kinderurin den homunculus darstellen, der unsichtbar sich von Wein und Rosenwasser nähren solle, bis er sichtbar werde, wo er einen Schrei thue; wobei zugleich angegeben wird, daß dergleichen Betrüger gewöhnlich kleine elfenbeinerne Knochen in das Gefäß prakticiren, und damit die Getäuschten überreden, der homunculus sei wirklich dagewesen, aber aus Mangel an Pflege umgekommen.

Solche Verirrungen und Unsinnigkeiten schloß die Alchemie im weiteren Sinne ein; die hermetischen Bestrebungen sind in diesen Beziehungen die letzten Ausläufer einer tiefen geistigen Dunkelheit und des

bereitwilligsten Aberglaubens früherer Zeit. Im 18. Jahrhundert wich auch diese Finsterniß allmälig vor der immer zunehmenden Aufklärung. Die letzten Schicksale der Alchemie und die Umstände, welche hauptsächlich sie vergehen ließen, bilden den letzten Abschnitt dieser historischen Untersuchung.

V. Verfall des Glaubens an Alchemie.

Wir haben jetzt alle Einzelnheiten des alchemistischen Strebens so weit verfolgt, als es für eine genauere Einsicht in die Eigenthümlichkeit desselben nothwendig erscheint. Wir wenden uns nun zu der Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie erschüttert wurde, und zuletzt die hermetische Kunst ganz von dem Schauplatze verschwindet.

In dem Vorhergehenden habe ich bereits öfters solcher Umstände erwähnt, welche der Verbreitung und Erhaltung des alchemistischen Glaubens hindernd in den Weg treten konnten. Von diesen fruchteten am wenigsten die Zwangsmaßregeln, und solche wurden, wie wir oben (Seite 192) sahen, meist angewendet. Durch Edicte sollte die Alchemie beschränkt oder aufgehoben werden, allein derartige Maßregeln dienten nur, das Interesse für die hermetische Kunst zu erhöhen. Wirksamer zeigten sich allmälig die mit geistigen Waffen gegen die Alchemie Ankämpfenden, und über ihre Bemühungen und Erfolge will ich hier Genaueres berichten.

Zweifler an der Möglichkeit der Metallverwandlung gab es jederzeit; schon Geber spricht gegen sie in seiner Summa perfectionis, und sucht ihre Gründe zu entkräften. Ich will hier keine Reihe von Namen anführen, welche Gegnern der Alchemie aus früherer Zeit angehören, da sie ihre Ansicht doch nicht geltend zu machen wußten. Im 16. Jahrhundert treten die Zweifler an der hermetischen Kunst offener auf, aber die Anhänger überwiegen sie noch bei weitem. Die Stimmen der Gelehrten aus anderen Wissenschaften waren gleichfalls getheilt hinsichtlich des Werthes der alchemistischen Bestrebungen. Während Melanchthon die Alchemie als imposturam quandam sophisticam verwirft, sagt Luther in seiner Canonica: »Die Kunst der Alchemei ist recht und wahrhaftig der alten Weisen Philosophei, welche mir sehr wohl gefällt, nicht allein wegen ihrer Tugend und

vielen Nutzbarkeit, die sie hat mit Destilliren und Sublimiren in den Metallen, Kräutern, Wassern und Olitäten, sondern auch von wegen der herrlichen schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten am jüngsten Tage.« So hielt lange Zeit immer der günstige Ausspruch eines hochgeachteten Mannes dem ungünstigen eines andern wenigstens das Gleichgewicht.

Einer der Ersten, welche die Alchemie ernstlich zu bekämpfen suchten, war der schon im I. Theile erwähnte Thomas Lieber oder Erastus. Sein Hauptziel war, die Paracelsische Lehre zu widerlegen, und damit verband er eine heftige Kritik aller Ansichten, auf welche diese Lehre sich stützte. Die alchemistischen Meinungen über den Gehalt aller Körper, namentlich der Metalle, an Schwefel und Quecksilber als Grundstoffen, griff er nachdrücklich an, und suchte zu zeigen, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung theoretisch nicht erwiesen werden kann. Daß sie auch nicht historisch erwiesen ist, glaubte er mit der Aufdeckung einer Menge Betrügereien, welche von Alchemisten verübt worden waren, sattsam zu beweisen, und theilte die Kunstgriffe mit, deren sich die Hermetiker jener Zeit gewöhnlich bedienten, um Gold unedlen Metallen unterzuschieben. Seine explicatio quaestionis famosae illius, utrum ex metallis ignobilibus aurum verum et naturale arte conflare possit, welche hauptsächlich seine Angriffe auf die Alchemie enthielt und 1572 gedruckt wurde, machte indeß in jener Zeit noch nicht viel Eindruck.

Bekämpfung der Alchemie im 16. Jahrhundert.

Ebenso wenig wie die ernsthafte Bekämpfung, fruchtete damals der Spott, der auch gegen die Alchemisten sich rege zeigte. Von den vielen Witzen auf die Goldmacherkunst aus jener Zeit gebe ich hier nur als Probe die später oft wieder angeführten Verse des Jesuiten Grethser aus Ingolstadt, womit dieser (um 1600) die Paracelsianer ärgerte:

Alchemia est scientia sine arte,
Cujus principium est pars cum parte,
Medium strenue mentiri,
Finis mendicatum ire
Vel in cruce corvos nutrire,
Quod Paracelsicis solet evenire.

In ähnlicher Absicht, wie Erastus, aber sich ein beschränkteres Ziel setzend, trat Hermann Conring auf. Auch er griff in seinem Werke: de hermetica Aegyptiorum vetere et Paracelsica nova Medicina (1648) hauptsächlich die Paracelsische Medicin an, die Alchemie nur in der Bezie-

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

hung, daß er das Fabelhafte in den Angaben über einen sehr alten Ursprung dieser Kunst in das rechte Licht setzte. Aber keineswegs hat er, wie ihm dies gewöhnlich zugeschrieben wird, die Möglichkeit der Metallverwandlung geleugnet; im Gegentheil äußert er sich in einem späteren Werke (1669), seiner Apologia contra Borrichium (einen dänischen Gelehrten, welcher das hohe Alter der Alchemie eifrigst vertheidigte): Egone Chemicorum odio exaestuo, qui propugnavi veritatem ipsiusmet χρυσοποιητικῆς?

Zu gleicher Zeit mit Conring, aber die Möglichkeit der Metalltransmutation geradezu verwerfend, waren zwei andere Gelehrte noch thätig: Rolfink und Kircher. Werner Rolfink (geboren zu Hamburg 1599, gestorben als Professor der Medicin und Chemie zu Jena 1673) suchte besonders darzuthun, daß die eigentliche Chemie mit Alchemie gar nichts zu thun hat; er entzog so dieser letzteren die wissenschaftliche Stütze, und erschöpfte sich auch in Gründen gegen das Statthaben einer Metallveredlung. Seine verschiedenen Schriften hierüber, welche den gemeinsamen Titel Non Entia chymica führen, kamen 1645—1670 heraus. Caveat sibi, sagt Rolfink, ab hac opum depraedatrice arte, cui salus sua cordi. Qui alicui male vult, eum autem aperto marte aggredi non audet, saltem autor ipsi sit, ut huic studio se tradat. — Athanasius Kircher (geboren zu Fulda 1602, Jesuit, Lehrer zu Avignon und zuletzt zu Rom, wo er 1680 starb) zeigt sich gleichfalls, und namentlich in seinem Mundus subterraneus (1665), als ein entschiedener Widersacher der Alchemisten, die er ohne Ausnahme für Betrüger erklärt; Ausnahmen giebt er zu, aber nur, um noch härtere Beschuldigungen aufbringen zu können. Er glaubt nämlich, daß für einige Fälle die Wahrheit der Metallverwandlung nicht bestritten werden könne, aber daran erkenne man gerade das Verwerfliche der Alchemie; denn da nach seinen Gründen die Metallverwandlung physisch unmöglich sei, so müsse das Statthaben derselben ein Blendwerk des Teufels sein, womit dieser die Seelen zu verführen suche.

Die Anhänger der Alchemie hatten indeß doch zu letzterer Zeit noch wenig Lust, ihre Kunst als ungegründet zu verleugnen; eine Stütze fanden sie noch darin, daß einige ausgezeichnete Chemiker der hermetischen Kunst ganz vertrauten, und die Wahrhaftigkeit derselben durch ihre Autorität bekräftigten. Hier muß Becher genannt werden, der sowohl praktisch (vgl. seine künstliche Eisenerzeugung und seine ewigen Goldminen im Meersande, Seite 178 des I. Theils), als auch durch scharfsinnige Wider=

legung sophistischer Beweise, welche die Nichtigkeit der Alchemie darthun sollten, diese vertheidigte. Nichts giebt über den geistigen Zustand, in welchem sich um 1670 die Angriffe auf die Goldmacherei und ihre Widerlegung bewegten, einen bessern Begriff, als einige Stellen in dem zweiten Supplement zu der Physica subterranea von Becher, deren Inhalt hier kurz angedeutet werden mag. — Bekannt sei es ihm, sagt Becher, daß ein subtiler Kopf den Alchemisten eine Betrachtung entgegengesetzt habe, welche für diese ein gordischer Knoten sein solle, und auf eine Besprechung derselben müsse man eingehen. Wenn die Alchemie existire, sage jener, so müsse sie Salomo gekannt haben, der unleugbar alle Weisheit des Himmels und der Erde besessen habe; dieser aber habe Schiffe gen Ophir geschickt, um Gold holen zu lassen, auch seine Unterthanen stark besteuert, was er sicher nicht gethan hätte, falls er habe Gold machen können; also habe Salomo die Alchemie nicht gekannt, also existire sie nicht. — Becher concedirt den major, daß Salomo alle Weisheit besessen habe, wenn es ihm gleich zweifelhaft dünkt, daß sich dieselbe auf alle Specialitäten erstreckt habe; ob Salomo denn auch mit dem Schießpulver und der Buchdruckerkunst bekannt gewesen sei? wirft er ein. — Den minor aber leugnet er unbedingt; aus der Schifffahrt nach Ophir und der Steuererhebung lasse sich keineswegs ableiten, daß Salomo den Stein der Weisen nicht besessen. Ob denn unter Kaiser Leopold, der doch, wie bekannt, Gold gemacht habe (Seite 172), eine Steuerermäßigung stattgefunden habe? Und ob es wohl mit der Schifffahrt nach Ophir eine so ausgemachte Sache sei? zu jener Zeit, wo man den Compaß noch nicht gekannt habe? Ob denn Salomo seine Schiffe nur, um Gold zu holen, habe nach Ophir schicken können? nicht als Uebungsexpedition? Im Gegentheil, die Fahrt nach Ophir mit allem Geheimnißvollen, was darüber schwebe, spreche dafür, daß Salomo allerdings Adept gewesen sei, der nur, um das Geheimniß zu wahren, das Gold nicht in seinem Palaste gemacht habe, sondern die Tinctur in ein fernes Land versandt und das gemachte Gold habe zurückbringen lassen; was denn sonst Ophir sein könne? in Ostindien und in Amerika treffe man keine Goldgruben aus der Zeit der Juden; was denn im andern Falle Salomo den Bewohnern von Ophir zum Tausch habe geben können? und weßhalb nicht nach Salomo's Tode unter Rehabeam diese Schifffahrt fortgesetzt worden sei? Ihm, Becher, sei es gewiß, daß Salomo den Stein der Weisen besessen und gebraucht, aber an Niemand verrathen habe, und jenes

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Gegners Einwurf sei frivol und nichtig. — So disputirte man damals über chemische Gegenstände.

Mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts gewannen die Gegner der Alchemie an Anzahl; namentlich sagten sich schon Viele aus dem gelehrten Stande im Allgemeinen von dem Glauben an Alchemie los, und in mehreren Schriften jener Zeit wird die Alchemie bündig charakterisirt als eine casta meretrix, quae omnes invitat, neminem admittit; ars sine arte, cujus principium est cupere, medium mentiri et finis mendicare vel patibulari. — Auch mehrten sich die Schriften, welche speciell gegen die Alchemie gerichtet waren. Ihre Titel und Autoren hier vollständig aufzuführen, ist unnöthig, da sich kein bekannterer Name darunter findet, und keins dieser Werke besondere Wirkung gethan hat; viele von diesen erschienen zudem anonym. Diese Kinder der Aufklärung hatten indeß zum Theil sonderbare Titel, und ihre Beweisführung war immer noch eine sehr indirecte. So suchte z. B. J. C. Ettner die Alchemie in zwei Schriften zu bekämpfen, deren eine schon 1696 als »des getreuen Eckhard's entlarvter Chymikus, in welchem der Laboranten Bosheit und Betrügerei dargestellt wird«, erschien; die andere aber als »des getreuen Eckhard's medicinischer Maulaffe oder der entlarvte Marktschreier« 1710 den letzten Nachdruck geben sollte. Ein anderer Alchemistenfeind, J. Schmid zu Chemnitz, schrieb 1706: »Der von Mose und den Propheten übel urtheilende Alchymist, vorgestellt in einer schriftmäßigen Erweisung, daß Moses, wie auch David, Salomo, Hiob und Esra keine Adepti lapidis philosophorum gewesen sind«, durch welchen Beweis hauptsächlich auch er der Alchemie den Todesstoß zu geben glaubte. Da kamen auch 1702 heraus »Posaunen Eliä des Künstlers, oder deutsches Fegefeuer der Scheidekunst, — — — von einem Kind des Vizlipuzli, der ehrlicher Leute Ehre und der Aufgeblasenen Schande entdecken will.« Aber die Vertheidiger der Alchemie waren nicht still; 1703 erschien »Erlösung der Philosophen aus dem Fegefeuer der Chymisten, das ist, rechtmäßige Recension im Namen der Philosophen den unlängst ausgeflogenen drei Lasterbogen entgegengesetzt durch Ihrer Herrlichkeit Fiscal«, und 1705: »Demolirung und Eroberung des durch den Schall einer thönernen Eliasposaune, auf Befehl des chymischen Papstes angekündigten Fegefeuers der Scheidekunst, sammt den übrigen auf der Insel Schmäheland aufgerichteten Schanzen.«

Mehr als alle solche Angriffe schadete dem Glauben an die hermetische

Kunst der Umstand, daß sich die eigentlichen Chemiker immer mehr von der Alchemie abwendeten, und nachgerade die gewöhnlichen alchemistischen Bestrebungen geradezu verwarfen, wenn sie auch die Möglichkeit der Metallverwandlung, aber nur dem Princip nach, noch anerkannten. Nach Kunkel und Homberg um 1700 gab sich fast kein Chemiker von Ruf mehr mit hermetischen Arbeiten ab, sondern sie begannen nun der Alchemie entgegen zu treten. Schon der berühmte Otto Tachenius hatte in seinem Hippocrates chymicus (1666) viele Taschenspielereien von angeblichen Adepten aufgedeckt. Der Begründer der phlogistischen Theorie, G. E. Stahl, welcher in seiner Jugend eifrig Alchemie getrieben hatte, verleugnete dieselbe in höherem Alter, und erklärte sich gegen die »thörichten Hoffnungen und Einbildungen der Goldmacherei«. Glimpflich mit den Alchemisten verfuhr noch Boerhave, wenn er auch durch seine praktischen Prüfungen (Thl. I. Seite 199) den Ungrund mehrerer ihrer Angaben darthat. In seinen Elementis Chemiae (1732) sagt er: über die Richtigkeit der Alchemie, ob schon Gold künstlich gemacht worden sei, wage er nicht zu entscheiden. Fast überall, wo er die Alchemisten verstehe, habe er sich von ihrer guten Beobachtungsgabe und der Richtigkeit ihrer Vorschriften überzeugt; ob er sie da, wo er sie nicht verstehe, sogleich der Lüge zeihen oder nicht vielmehr seine Unwissenheit anklagen solle? Abenteuerlich seien allerdings oft die Versicherungen der Alchemisten, aber habe man nicht auch die Sagen vom ewigen Feuer für abenteuerlich gehalten, und doch sei es jetzt im Phosphor entdeckt; und so sei es mit vielem anderen. Sapientum est, schließt er, omnia explorare, retinere probata, nunquam limitare Dei potentiam, neque productae a Creatore naturae fines.

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Viel schroffer äußerte sich schon 1722 der berühmte St. F. Geoffroy, welcher in einer weitläufigen Abhandlung die Betrügereien der Alchemisten darlegte.

Der Vollständigkeit wegen will ich hier Einiges darüber einschalten, in welcher Weise die Betrügereien der Alchemisten gewöhnlich vor sich gingen. — Man nahm Tiegel mit doppelten Böden, zwischen welchen Gold verborgen war; darin schmolz man ein unedles Metall, warf irgend eine Substanz darauf, rührte um, wobei man den oberen dünnen Boden durchstieß, und fand zuletzt ein goldhaltiges Metall im Tiegel. Oder man deckte den Tiegel mit einer Kohle zu, in welcher sich eine Höhlung befand, die mit Gold gefüllt und mit schwarzem Wachs verschlossen war. Oder man rührte das

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

geschmolzene unedle Metall nach der Projection mit einem Holzstäbchen um, welches ausgehöhlt war und Gold verbarg. Gewöhnlicher noch nahm man Zinnober oder Eisenoxyd, welchen Goldkalk beigemischt war, als angeblich reine Substanzen, oder ein Amalgam statt reinen Quecksilbers u. s. f. — Viel Aufsehen machten früher eiserne Nägel, welche zur Hälfte in Gold verwandelt waren, so weit man sie in die Tinctur eingetaucht hatte. Einen solchen Nagel zeigte man zu Florenz noch im Anfange des vorigen Jahrhunderts; er stammte von Leonhard Thurneysser, welcher 1586 diese Verwandlung vor den Augen des Großherzogs von Toscana, Ferdinand von Medicis, bewerkstelligt hatte. Der Nagel mit eisernem Kopfe und goldener Spitze täuschte Viele, wozu das eigenhändige Zeugniß des Großherzogs, was mit vorgezeigt wurde, nicht wenig beitrug. Später erkannte man, daß die goldene Spitze angelöthet war. Die ganze Verwandlung bestand darin, die Eisenfarbe, womit man das Gold überstrichen hatte, zu zerstören. — Von ähnlicher Art waren die Verwandlungen, welche Sendivogius in den letzten Jahren seines Lebens producirte, silberne Münzen auf der einen Seite in Gold zu verwandeln; namentlich machte dieser Adept eine derartige Probe seiner Kunst vor Ferdinand II. Zu diesem Zwecke wurde ein Goldblech auf eine Silberplatte gelöthet, und die Masse ausgeprägt, die Goldseite aber mit Quecksilber weiß gefärbt. Um die Metallverwandlung zu zeigen, bestrich Sendivogius die eine Seite der Münze mit einem gewissen Wasser, glühte das Silberstück aus, und wenn es aus dem Feuer kam, so war die eine Seite ziemlich tief in Gold verwandelt. — Cosmus I., Großherzog von Toscana (regierte 1537—1569) wurde in anderer Weise von einem fahrenden Alchemisten getäuscht, welcher sich Daniel von Siebenbürgen nannte, und sich auch mit der Heilkunde befaßte. Dieser wußte in der Umgegend von Florenz eine von ihm bereitete Universalarznei unter dem Namen Usufur so bekannt zu machen, daß sie in jeder Apotheke, von ihm gekauft, vorräthig gehalten wurde. Dieses Usufur war stark goldhaltig; der Preis war indeß doch nicht sehr hoch, und der Verfertiger konnte diese Speculation um so eher ohne großen Schaden wagen, da er seinen Patienten immer die Arzneien selbst zusammensetzte, wozu er immer auch Usufur holen ließ, was er dann stets wieder für sich behielt. Als das neue Heilmittel ziemlich bekannt geworden war, machte Daniel dem Großherzog von Toscana den Vorschlag, ihn Gold bereiten zu lehren; der Vorschlag wurde angenommen. Der Alchemist schrieb dem Großherzog die Substanzen

vor, mit welchen man die unedlen Metalle behandeln müsse, damit sie zu Gold würden; darunter war auch Usufur. Der Großherzog machte den Versuch, ließ sich mit Vorsicht alles Nöthige aus der Apotheke holen, und erhielt recht gutes Gold. Er belohnte den Alchemisten mit einem Geschenk von 20,000 Ducaten, welche dieser sogleich selbst nach Frankreich in Sicherheit brachte, von wo aus er dem Großherzog ganz offene Aufklärung über sein Verfahren gab. — Der Seite 201 erwähnte Honauer ließ den Herzog von Würtemberg in folgender Art selbst Gold machen: Der Herzog beschickte in des Alchemisten Laboratorium den Tiegel selbst mit den angegebenen Materialien, worauf Feuer gegeben wurde, welches lange Zeit sich selbst überlassen fortbrennen mußte, ohne daß Jemand am Tiegel etwas stören durfte. Während dieser Zeit verließen Alle das Laboratorium, und der Herzog war schlau genug, das Zimmer zu verschließen und den Schlüssel bei sich zu behalten. Aber in einer Kiste des Laboratoriums war ein Knabe verborgen, welcher nun hervor kam, Gold in den Tiegel warf, und sich wieder versteckte. Der Herzog fand später wirklich Gold im Tiegel, aber der gespielte Betrug wurde entdeckt und geahndet.

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

Von dieser Art waren im Allgemeinen die Mittel, welcher sich die betrügerischen Alchemisten bedienten, um Gold künstlich darzustellen. Noch mehrere anzuführen, ist nicht nöthig. Je bekannter diese Betrügereien wurden, und dies war namentlich in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts der Fall, um so größer wurde die Zahl der Gegner der Alchemie; eine besondere Unterstützung fanden diese noch in dem Umstande, daß das weit verbreitete Uebel der Goldmachersucht sich nachgerade zu offen in seinen traurigen Folgen zeigte, als daß nicht alle Menschenfreunde an seiner Bekämpfung hätten Theil nehmen sollen; und hierzu erschien kein Mittel geschickter, als die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu zu leugnen. Es wurde nachgerade ein Zeichen von Aufklärung und Vorurtheilsfreiheit, gegen die Alchemisten loszuziehen, und unter den Gegnern derselben erblicken wir auch Männer, welche in keiner Weise zu einer Entscheidung der Frage in wissenschaftlicher Beziehung befähigt waren. Die Patrone der Alchemie wurden immer seltener; Ernst August von Sachsen-Weimar (um 1740) begünstigte sie noch; auch Friedrich der Große schien ihr, wie wir oben (Seite 200) sahen, nicht abgeneigt, aber im Allgemeinen wurde die hermetische Kunst nur wenig mehr von oben her unterstützt. In eine um so mißlichere Lage gerieth aber die hermetische Kunst, da jede Angabe über

Letzte Vertheidigung der Alchemie.

Letzte Vertheidigung der Alchemie. Metallveredlung, welche genauer mitgetheilt war, wie z. B. die erwähnten von Homberg und Cappel (Seite 167), als irrthümlich nachgewiesen wurde. Die wissenschaftlich gebildeteren unter den Alchemisten suchten zwar noch die Aenderung des Zeitgeistes aufzuhalten. Der Marburgische Professor Friedrich Joseph Wilhelm Schröder (geboren in Westphalen 1733, gestorben 1788) bemühte sich in seiner »Alchemistischen Bibliothek« (1772—1775), die Glaubwürdigkeit der historischen Beweise für Metallverwandlung gegen die wiederholten Angriffe zu schützen, und der berühmte Freiberger Chemiker Karl Friedrich Wenzel machte den Versuch, die wissenschaftliche Alchemie als höhere Chemie einerseits vor Verwechselung mit der gemeinen Goldmacherei zu bewahren, und andererseits sie den wiederholten Anfechtungen der eigentlichen Chemie als reiner Erfahrungswissenschaft zu entziehen. In seiner »Einleitung in die höhere Chemie« (1773) theilte er die Grundlehren seiner Ansichten mit; alle Metalle sind hiernach zusammengesetzt, und zwar lassen sich ihre Bestandtheile abscheiden, und wenn diese dann in veränderten Gewichtsverhältnissen wieder zusammengefügt werden, so entsteht ein von dem früheren verschiedenes Metall. Beweise theilte er nicht mit, aber später, 1783 in seiner »Lehre über die Verwandtschaft der Körper«, gab er einzelne Thatsachen an, welche die Metallverwandlung erweisen sollten. So verwandelt sich nach ihm Arsenik, über welchen man zu wiederholten Malen Salmiakgeist abzieht, und den man dann mit Blei schmilzt, in reines Silber (was im Blei steckte); von ähnlicher Art waren die anderen empirischen Beweise.

Alle diese angeblichen Thatsachen dienten zu nichts, als die Möglichkeit der Metallverwandlung immer mehr zu verdächtigen. Besonders nachdrücklich trat um diese Zeit (1777 und 1793) der bekannte Chemiker Wiegleb gegen die Alchemie auf, und suchte in seiner »historisch-kritischen Untersuchung der Alchemie« ihre gänzliche Unhaltbarkeit zu beweisen. Die Anhänger der hermetischen Kunst warfen ihm vor, er habe mehr als Kläger denn als Richter geschrieben, und die besten historischen Beweise für die Alchemie ausgelassen. Das Buch gefiel indeß schon deßwegen, weil es kräftig die Ansichten einer immer mächtiger werdenden Partei aussprach.

Price. Zu dieser Zeit machte in England die Alchemie ihren letzten Anlauf, sich Anerkennung zu verschaffen; ein Mitglied der royal society zu London, Dr. James Price, Arzt zu Guilford, trat 1782 als Adept auf. Er hatte ein rothes und ein weißes Pulver, welche Quecksilber in

Gold oder Silber verwandeln sollten. Zehnmal machte er die Transmutation vor vielen Zeugen (ihre Anzahl belief sich auf drei bis zwanzig) und mit bestem Erfolg; 1 Gran der rothen oder weißen Tinctur verwandelte 30 bis 60 Gran Quecksilber in Gold oder Silber; das erhaltene Metall wurde jedesmal vollkommen kunstgerecht geprüft. Die Sache machte viel Aufsehen, unter den Anwesenden hatten sich mehrere hochstehende Personen befunden, und König Georg III. wollte selbst eine Probe des verfertigten Silbers in Augenschein nehmen. Auch der königlichen Societät zu London wurden Probestücke der erzeugten Metalle vorgelegt; sie übertrug die Untersuchung dem berühmten Kirwan. Man verlangte von Price, in Gegenwart von Mitgliedern der Societät seine Versuche zu wiederholen, oder aber die Bereitung der Tincturen anzugeben; er lehnte beides ab, ersteres unter dem Vorwande, sein ganzer Vorrath an Tinctur sei erschöpft, und zu einer nochmaligen Ausarbeitung könne er sich nicht verstehen. Ehrenrührige Gerüchte kamen nun gegen Price in Umlauf, und um sich nicht selbst als Taschenspieler zu bekennen, versprach er, die Ausarbeitung zu wiederholen. Er fing 1783 wieder in Guilford an zu arbeiten, aber ohne Erfolg. Seine dortigen Freunde fühlten sich compromitirt, und zogen sich von ihm zurück; sein guter Ruf war beinahe vernichtet. Anfangs August 1783 machte er seinem Leben durch Vergiftung mit Kirschlorbeerwasser ein Ende.

Letzte Vertheidigung der Alchemie. Price.

Dieser letzte Vorfall brach der Alchemie in der öffentlichen Meinung den Stab. Das große Publicum glaubte nicht mehr daran, und damit war der Alchemie ihre beste Stütze genommen. Die Chemiker aber sprachen sich immer bestimmter gegen die theoretische Möglichkeit der Metallverwandlung aus.

Bekämpfung der Alchemie durch die antiphlogistische Chemie.

So lange man noch die Metalle als zusammengesetzte Körper betrachtete, gleichviel wie, konnte man die Möglichkeit einer Transmutation nicht ganz von der Hand weisen. So glaubte noch 1784 der bis dahin der phlogistischen Theorie treu gebliebene Guyton de Morveau an die Umwandlung des Silbers in Gold (Seite 167), und selbst Bergman war der Ansicht, daß man keineswegs allen Erzählungen von Metallverwandlung unbedingt die historische Glaubwürdigkeit absprechen könne. Aber als sich, namentlich durch Lavoisier's Einfluß auf die Chemie, der Begriff von chemisch einfachen Körpern immer bestimmter entwickelte und die Metalle als solche anerkannt wurden, sah man es als entschieden an, daß nach chemischen Principien kein Metall in das andere verwandelt werden könne.

Sind die Metalle chemisch unzerlegbare, einfache Körper, so kann nicht eins derselben durch chemischen Proceß, und das soll doch die Wirkung des Steins der Weisen sein, in das andere übergehen. So trug die antiphlogistische Theorie auch zum Sturze der Alchemie bei. Die Hermetiker wurden seltener; doch war ihre Zahl immer noch groß genug. Allein wer sich noch mit Alchemie beschäftigte, that dies, von dem letzten Jahrzehent des vorigen Jahrhunderts an, nicht mehr öffentlich.

Die hermetische Gesellschaft.

Das letzte Zeugniß über die Theilnahme, welche die Alchemie vor noch nicht langer Zeit fand, legen die Ereignisse ab, welche mit der Thätigkeit der hermetischen Gesellschaft in Verbindung stehen. Dieser Gesellschaft gedachten wir schon früher mehrfach (Seite 191 und 227); wir wollen hier etwas genauer auf ihre Besprechung eingehen, da sich in ihr der letzte Aufschwung der alchemistischen Bemühungen kund thut, und zudem bisher über sie nur Weniges aufgeklärt war [1]).

Durch einen Aufsatz in einer der damals gelesensten deutschen Zeitschriften, dem Reichsanzeiger, erhielt 1796 zuerst die Welt Kunde von dem Bestehen einer hermetischen Gesellschaft. Als Zweck derselben wurde angegeben, daß man zur Entscheidung über den Grund oder Ungrund der Alchemie hinarbeiten wolle; die Liebhaber der Alchemie wurden eingeladen, mit der hermetischen Gesellschaft, durch Vermittelung der Redaction des Reichsanzeigers, in Verbindung zu treten und offen mitzutheilen, nach welchen Verfahrungsweisen sie bisher gearbeitet hätten und zu welchen Resultaten sie gelangt seien; guter Belehrung könnten sie versichert sein.

Dieser Aufruf verfehlte seinen Zweck nicht. Aus ganz Deutschland liefen bald Briefe an die hermetische Gesellschaft ein, und aus dieser Correspondenz sieht man recht deutlich, wie die Alchemie damals noch in allen Klassen der Gesellschaft zahlreiche Anhänger hatte. Da liefen Briefe ein von pensionirten Officieren, — die sogleich besiegelte Ehrenwortsscheine mitschickten, daß sie das Geheimniß des Steins der Weisen, welches sie umgehend mitgetheilt zu erhalten hofften, nicht wegsagen wollten, — und von Schneidern und Schustern; von Leibärzten deutscher Fürsten und von armen Dorfschulmeistern, von Apothekergehülfen, Geheime-Kriegsräthen, Uhrmachern,

[1]) Die Papiere der hermetischen Gesellschaft, ihre ganze Correspondenz, befinden sich im Besitz der Universitätsbibliothek zu Gießen. Aus ihnen ist entnommen, was ich oben mittheile.

Registratoren, Schlossern und Organisten; von Leuten jeglichen Standes. Alle schrieben mehr oder weniger offen, mit was sie bisher gearbeitet hatten, und was ihr Resultat war; Alle hatten Nichts herausgebracht, und baten flehentlich um sichere Anleitung, wie man das große Elixir bereite; Alle glaubten fest, eine große hermetische Gesellschaft, ein Verein grundgelehrter Alchemisten existire wirklich, und von ihm werde ihnen sichere Unterweisung zukommen.

Die hermetische Gesellschaft.

Die hermetische Gesellschaft, an welche sie sich wandten, zählte indeß nur zwei wirkliche Mitglieder. Es waren dies zwei westphälische Aerzte, Dr. Kortüm in Bochum, welcher sich schon früher als Anhänger der Alchemie und namentlich als Widersacher Wiegleb's hervorgethan, auch eine »Vertheidigung der Alchemie gegen die Einwürfe einiger neueren Scheidekünstler, besonders gegen Wiegleb« (1789) und »Noch ein Paar Worte über Alchemie und Wiegleb« (1791) geschrieben hatte (längere Beachtung hat unter seinen literarischen Erzeugnissen die »Jobsiade« gefunden, an deren Held uns, dem Namen wenigstens nach, einer der unten angezeigten alchemistischen Tractate noch ganz besonders erinnert), und Dr. Bährens zu Schwerte bei Dortmund. Beide waren von der Wahrhaftigkeit der Alchemie überzeugt, glaubten aber, die Auffindung des Steins der Weisen könne nur durch gemeinsames Zusammenwirken Vieler erlangt werden. Für die wahre Materia prima hielten sie das Erdpech oder den Theer aus Steinkohlen (vergl. Seite 227), und munterten zu der Bearbeitung dieses Stoffs auf, ohne jedoch geradezu abzurathen, wenn ein Anderer in eine andere Substanz große Hoffnungen setzte. Sie schrieben, als hermetische Gesellschaft, die Antworten auf die zahlreich eingehenden Schreiben, und wehrten namentlich dem ungestümen Eifer, mit welchem mehrere Liebhaber der Alchemie auf offene Mitheilung des Geheimnisses drangen. »Palliativisch beantwortet«, heißt die Randbemerkung auf den meisten Briefen, die an sie eingelaufen waren. Mit vielem Geschick wußten sie auch Jahre lang ihren Correspondenten gegenüber den Schein zu wahren, als ob die Antworten nicht von Individuen, sondern von einer großen Gesellschaft gemeinsam abgefaßt wären. Am lebhaftesten ging die Correspondenz in den Jahren 1796 bis 1803; auch ein »hermetisches Journal« begannen sie herauszugeben, welches sich den früheren alchemistischen Schriften würdig anschließt. Ein Tractat »von der philosophischen Auflösung«, eine Abhandlung »über die chemisch-mystische Theosophie«, eine »Beschreibung des Universalprocesses

Die hermetische Gesellschaft.

nach Toussetaint«, ein Aufsatz »von dem philosophischen Spießglasöhle«, ein alchemistischer Zuspruch: »Josua Jobs an die Wanderer im Thale Josaphat« und ein »System der Hermetik« füllen das erste (1802 erschienene) Heft dieser für das 19. Jahrhundert einzigen Zeitschrift. Diese Abhandlungen machten auf die Alchemisten immer noch den gewünschten Eindruck, und einzelne Ansichten ermangeln allerdings einer gewissen Tiefe nicht, wie z. B. folgende Stellen aus dem »System der Hermetik«: »Die Erde ist eine lockere, schwere, zerreibliche, grobe Substanz, kalt und melancholisch, dem Saturn geeignet, — das Licht ist ein Ausfluß des feurigen Naturgeistes, — das Feuer ist das reinste Element, fix, hitzig, trocken, ruhig, verzehrend, majestätisch und der Thron der Gottheit« und viele ähnliche. Dabei mangelten nicht Citationen aus den ausgezeichnetsten der damaligen neueren Schriftsteller, und zur Erklärung dessen, was philosophische Auflösung sei und worauf sie beruhe, stützte man sich namentlich auf Kant's metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. — Auch Diplome theilte die hermetische Gesellschaft aus, allein es wurden nur Ehrenmitglieder ernannt [1]). Auf diese Art wurde der Glaube an die Existenz eines großen Vereins bestärkt. Bald bildeten sich kleinere Vereine, z. B. in Königsberg und namentlich in Karlsruhe, wo ein Baron Sternhayn sich hauptsächlich durch seinen Eifer für die hermetische Gesellschaft auszeichnete. Der Karlsruher Verein theilte sich in zwei Klassen; für die untere wurden hermetische Vorträge gehalten, wobei Eckartshausen's sogleich zu besprechende Schrift als Compendium zu Grunde gelegt wurde, die obere lag praktisch der Hermetik ob. Auch Sternhayn glaubte Mitglied eines großen

---

[1]) Ein solches Diplom lautete: Societas Philosophiae Hermeticae, abstrusioribus naturae arcanis operam navans, eligit, declarat, recipit dominum N. N. ob singulare de re chemica bene merendi studium in numerum sociorum honorarium, quorum est animo constanti, philosophiae studio flagranti, corde puro, moribusque integris veritati studere, auctores optimae notae consulere, philosophorum mysteria eruere, ambiguitates homonymas relinquere, consortium pseudophilosophorum syrtesque Alchemistarum vitare, et id, quod inde boni et certi resultet, in honorem Divini Numinis, in usum patriae et in solamen inopia laborantium referre. Dabamus d. — — 179 — — Societas Hermetica. Das Siegel der Gesellschaft hatte die Umschrift Studio et sapientia, die Unterschrift Soc. Herm.; auf ihm war neben vielen mystischen Zeichen eine aufgehende Sonne. Dem Diplom beigefügt war in einem Umschlag mit chinesischen Charakteren eine kleine Wünschelruthe.

Die hermetische Gesellschaft.

Bundes zu sein, und versicherte, nachdem ihm das Diplom als Ehrenmitglied zugefertigt worden war, er fühle sich durch den Besitz dieses Papiers mehr geehrt, als durch das Pergament seines Adelsbriefes. Uebrigens standen selbst einzelne Chemiker vom Fach, deren bekannte Namen hier zu finden man sich nicht genug wundern kann, mit der hermetischen Gesellschaft in Verbindung. — Lebhaft währte das Treiben des Vereins fort von 1796 bis etwa 1804, ungeachtet einzelner Angriffe, wie z. B. von Wiegleb 1797 und von Benzenberg 1803; der Reichsanzeiger blieb neben dem hermetischen Journal das Organ der Gesellschaft, und in dem Jahrgange für 1798 steht eine ganze Reihe alchemistischer Aufsätze. Von jener Zeit an wird die Correspondenz magerer; Sternhayn in Karlsruhe zeigte sich indeß stets noch vorzüglich thätig und fand auch Anhänger; noch 1808 bis 1811 wurde in Karlsruhe unter mächtigem Schutz eifrig Alchemie getrieben. Immer mehr wandten sich indeß die Alchemisten von der hermetischen Gesellschaft wieder ab, da ihnen keine Förderung ihres Vorhabens zu Theil wurde; bis 1819 läßt sich indeß die Thätigkeit des Vereins noch verfolgen; nach dieser Zeit hörte sie auf.

Alchemistischer Mysticismus in dem 19. Jahrhundert.

Im Allgemeinen kann man die Anhänger der hermetischen Gesellschaft nur unter die Materialisten klassificiren; die Mittel, durch welche sie die Metallverwandlung auszuführen strebten, sollten materiell chemisch wirken. Aber auch Proben mystischer Chemie hat das 19. Jahrhundert noch aufzuweisen, sehr vereinzelte zwar nur, denn der mystische Glaube über Metallerzeugung verliert sich fast ganz schon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts (vergl. Seite 239). Doch muß hier des letzten Probestücks dieser Ansichten noch erwähnt werden, so wenig Einfluß es im Ganzen auch ausgeübt hat. — Während die früheren Mystiker unter den Alchemisten die Sünden im Allgemeinen nur als faeces und Unreinigkeiten bezeichneten, die bei der himmlischen Sublimation zurückbleiben (vergl. Seite 236), untersuchte Eckartshausen ihre chemische Natur genauer in seinem Werke: „Die Wolke über dem Heiligthum, oder Etwas, wovon sich die stolze Philosophie unsers Jahrhunderts nichts träumen läßt“ (1802), und aus seinen Forschungen geht hervor, daß alle Sünden nur Varietäten, polymere und isomere Modificationen, des Gluten sind. „In unserm Blute,“ sagt er, „liegt eine zähe Materie, Gluten genannt, verborgen, die mit der Animalität nähere Verwandtschaft als mit dem Geiste hat; dieses Gluten ist der Sündenstoff, die Materie der Sünde. Diese Materie kann durch sinnliche Reize verschieden modificirt werden, und nach der Art der Modification die-

ses Sündenstoffs unterscheiden sich im Menschen die bösen Neigungen zur Sünde. In ihrem höchsten Ausdehnungszustande bewirkt diese Materie Hochmuth, Stolz; in ihrem höchsten Attractionszustande Geiz, Selbstliebe, Egoismus; in ihrem Repulsionszustande Wuth, Zorn; in der Cirkelbewegung Leichtfertigkeit, Geilheit; in ihrer Excentricität Fraß, Völlerei; in ihrer Concentricität Neid; in ihrer Essentialität Trägheit.«

Mit dieser Leistung tritt der Mysticismus in der Alchemie ab.

Jetziger Stand der Alchemie.

Mit der hermetischen Gesellschaft hört die genauere Kenntniß über die Fortdauer der Alchemie auf; die Zahl der Alchemisten muß sich sehr verringert haben, oder ihre Arbeiten müssen sehr geheim getrieben werden. Die Literatur der Alchemie hat in dem 19. Jahrhundert außer dem eben Erwähnten nichts aufzuweisen, als einige historische Arbeiten, unter welchen die Geschichte der Alchemie (1832) von Professor Karl Christoph Schmieder in Kassel eine besonders vollständige Uebersicht der Literatur giebt. Wenige indeß werden der Ansicht dieses Gelehrten beipflichten, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung und die Existenz des Steins der Weisen historisch vollkommen erwiesen seien.

In dem 19. Jahrhundert kommt noch ein Umstand hinzu, welcher die Chemiker mehr als je die Möglichkeit der Metallverwandlung bezweifeln läßt Es ist dies die atomistische Theorie, welcher die Chemiker seit 1808 fast alle beitraten. Mit der Annahme chemisch unzerlegbarer Atome aber erscheint jeder Gedanke an die Möglichkeit, die Atome eines Elements durch chemische Mittel in die eines andern umzuwandeln, unvereinbar.

Wenige Stimmen nur haben sich in unserem Jahrhundert dahin ausgesprochen, daß doch nicht alle historischen Beweise, welche die Geschichte der Alchemie für die Metallverwandlung anführt, widerlegt seien. Wenige auch nur ohne Zweifel beschäftigen sich praktisch mit der Darstellung des Steins der Weisen. Es giebt indeß noch Alchemisten. In Thüringen und Hannover opfern noch einzelne Familien der Goldmacherkunst ihre Kräfte und ihr Vermögen; noch 1837 wurde dem Gewerbeverein zu Weimar eine (bereits goldhaltige) Tinctur von einem thüringer Alchemisten zugestellt, damit sich die Mitglieder selbst von der, wenn auch nur schwach, veredlenden Kraft derselben überzeugen könnten. Wissenschaftlich wird die Alchemie zu Paris betrieben, und Diejenigen, welche den spiritus mundi als das Mittel zur Metallveredlung suchten (vgl. Seite 230), behalten vielleicht doch noch Recht. Es äußert sich Baudrimont in seinem Traité de Chimie, T. I. (1844): Il

résulte de l'étude des philosophes alchimiques, qu'un des éléments principaux de la poudre de projection existe dans l'air. Selon M. Javary, cet élément serait l'oxygène. L'oxygène, employé convenablement, serait donc l'agent qui pourrait un jour nous reproduire les prodiges de l'alchimie. M. Javary a déja obtenu des résultats si curieux et si dignes d'interêt, en suivant les indications des alchimistes, que j'ai quelque espoir de voir réussir l'opération du grand oeuvre. Auch sonst findet man noch hin und wieder Alchemisten, aber meist wird es erst nach ihrem Tode bekannt, daß sie der hermetischen Kunst huldigten. Für Europa hat die Alchemie keine Bedeutung mehr. Jetziger Stand der Alchemie.

Ob für andere Länder, ist eben so unwahrscheinlich. Bei den Arabern allein finden sich in den neueren Zeiten noch einige Spuren. Carsten Niebuhr traf auf seiner Reise (1761 — 1767) mehrere Alchemisten; ihre Bemühungen waren aber eben so fruchtlos, wie die ihrer Kunstgenossen in Europa, und bittre Armuth war auch das Loos dieser Nachkömmlinge von Geber's Stamme. — Aus Bassora wird noch vom Jahre 1814 eine Transmutationsgeschichte berichtet; ihrer wird indeß nur gelegentlich von einem englischen Reisenden, Kinneir, erwähnt, und sie mag somit hier nicht weiter beachtet werden.

So sehen wir die Alchemie allmälig vom Schauplatz verschwinden; daß sie je eine reelle Basis hatte, ist in keiner Weise anzunehmen, wenigstens verträgt sich diese Annahme mit Allem, was wir jetzt in der Chemie für wahr zu halten Ursache haben, absolut nicht. Für irrig müssen wir von unserm jetzigen Standpunkte aus die Ansicht halten, daß den historischen Beweisen für die Metallverwandlungen später noch Glaubwürdigkeit zuerkannt werden wird, ähnlich wie jetzt so viele frühere Meteorsteinfälle als unzweifelhaft anerkannt werden, obgleich der Glaube daran vor funfzig Jahren Aberglaube war, und alle derartigen Erfahrungen auf Täuschungen beruhen sollten, weil es sich nicht mit damals ausgemachten Naturgesetzen vertrug, daß ein Stein vom Himmel fallen kann. Es ist nach unserem jetzigen wissenschaftlichen Standpunkte nicht anzunehmen, daß die Wahrhaftigkeit der Alchemie je dargethan werde, aber ich muß auch gestehen, daß es mir bei einigen Transmutationsgeschichten eben so unbegreiflich bleibt, wie sich Männer von notorisch rechtlichem Charakter, welche keinen Gewinn von einer Betrügerei haben konnten, und auch die, zudem so leichten, Mittel zur Prüfung besaßen und anwenden konnten, betrogen haben oder

täuschen lassen sollten — als mir die Metallverwandlung selbst unbegreiflich ist.

Wir haben jetzt die Alchemie nach allen ihren Einzelnheiten kennen gelernt. Ueberblicken wir das Ganze noch einmal, und beurtheilen Jedes so gut wir es jetzt können, so finden wir als Resultat die in der Geschichte aller Wissenschaften nicht selten vorkommende Erscheinung, daß eine verhältnißmäßig unbedeutende richtige Wahrnehmung die Grundlage bedeutender, weit um sich greifender Irrthümer wird. Man nahm wahr, daß ein gewisser Stoff in geringer Menge einem Metall eine andere Farbe mittheilen kann. Aus dieser Verwandlung der Farbe wird die Möglichkeit einer Metallverwandlung nach allen Eigenschaften gefolgert und als Thatsache ausgesprochen; das wörtliche Auffassen bildlicher Redensarten fügt den Glauben an die Universalmedicin hinzu; in derselben Art, und durch den Umstand begünstigt, daß früher die Zeit nach Gebeten bestimmt wurde, verbindet sich mit der Alchemie religiöser Mysticismus, und so tritt eine falsche Richtung nach der andern fast unvermerkt ein. Jeder dieser Auswüchse entwickelt sich schnell, bald steht er scheinbar ganz selbstständig da, und nur aufmerksame Rückverfolgung lehrt die dürftige Quelle kennen, welcher so breite Ströme von Verirrungen entflossen sind.

Geschichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenstände.

Einleitung.

Unter den theoretischen Lehren der Chemie, deren Geschichte wir genauer zu erörtern haben, nimmt die Affinitätslehre die erste Stelle ein. Die Affinitätslehre faßt jetzt fast Alles in sich, was durch zahlreiche einzelne Beobachtungen an allgemeinen Resultaten für die Chemie gewonnen worden ist, und die chemische Kenntniß jedes einzelnen Körpers ist nur das Wissen, in welcher Weise er den allgemeinen Gesetzen der Affinitätslehre folgt. Wie diese Lehre sich entwickelte, wollen wir hier betrachten, und die Geschichte einiger anderer theoretischer Gegenstände, die mit der ersteren im engsten Zusammenhange stehen, zugleich mit in den Kreis der Darstellung ziehen. Aus was entstehen die chemischen Verbindungen, oder in welche letzten Bestandtheile lassen sie sich zerlegen? durch welche Kraft, nach welchen Gesetzen und mit welchem Erfolg gehen chemische Umbildungen und Zersetzungen vor sich? — Das sind die Fragen, welche zu beantworten viele Versuche gemacht wurden, über die wir hier zu berichten haben. Um den Gegenstand vollständiger überblicken zu können, haben wir also zuerst die Ansichten der verschiedenen Zeiten in Betreff der letzten Bestandtheile der chemischen Verbindungen, der Elemente, zu betrachten; sodann die Auffassung und Benennung des Begriffs der Affinität, die Erkenntniß der verschiedenen Stärke der chemischen Verwandtschaft und ihrer verschiedenen Art zu wirken, die theoretischen Vorstellungen, welche man sich über die Ursache der Verwandtschaft machte, kennen zu lernen. An die Darstellung, wie der Begriff der chemischen Verbindung als einer Folge der Affinität erkannt wird, lehnt sich dann die Untersuchung an, wie die Wirkungen der Affinität überhaupt, namentlich aber das Zusammentreten von Bestandtheilen nach bestimmten Ver-

Einleitung.

Einleitung. hältnissen, studirt werden, wie die Stöchiometrie zu einem der wichtigsten Theile unserer Wissenschaft herangebildet wird; wir haben Einiges darüber anzugeben, wie der Gegensatz zwischen Lösungen und eigentlichen chemischen Verbindungen erkannt wurde. Weiter haben wir durchzugehen, wie der Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften bei Verbindungen erforscht wurde; endlich wie sich die Nomenclatur der chemisch wichtigeren Substanzen, wie sich ihre Bezeichnung durch besondere Charaktere im Laufe der Zeiten verändert und ausgebildet hat. — Die Betrachtung der verschiedenen Ansichten über die chemischen Grundstoffe soll uns zuerst beschäftigen.

Ansichten über die Elemente.

Als eine der Fragen, an deren Beantwortung sich der Forschungsgeist der Menschen am frühesten übte, finden wir die: Wie und aus was ist die Welt entstanden? In Bezug auf das letztere, in Bezug auf die letzten Bestandtheile aller uns wahrnehmbaren Materie eine Vorstellung zu gewinnen, wurde lange Zeit die Speculation einzig und allein als Hülfsmittel angewandt; spät erst arbeitete auch die empirische Naturforschung in dieser Richtung, und suchte auch von ihrem Standpunkte aus in jener Beziehung zu Resultaten zu gelangen; zu der philosophischen Auffassung der Elemente trat die empirische, die chemische Aufsuchung derselben. Wie sich in letzterer Beziehung, für die Chemie, die Ansichten über die Elemente gestalteten, wollen wir hier betrachten; nothwendig ist es aber, Einiges über die früheren philosophischen Meinungen vorauszuschicken, da sich die chemischen Ansichten an sie anlehnten, oder in ihrer Verbreitung vielfach den Einfluß dieser früher geäußerten Meinungen erfuhren.

Aelteste Ansichten über die Elemente.

Was die letzten Bestandtheile der Körper seien, darüber finden wir ziemlich ähnliche Ansichten seit den ältesten Völkern, deren Meinungen darüber uns die geschichtlichen Denkmäler aufbewahrt haben, bis in dem ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung aufgestellt und angenommen. Bei den ältesten Völkern finden wir bald die Ansicht, daß Ein Urstoff existire, bald die, daß aus mehreren Elementen alle Körper zusammengesetzt seien. So galt den Persern das Feuer als der einzige Urstoff, den Aegyptern das Wasser. Auch bei den Indiern ist diese letztere Ansicht ausgesprochen, aber in anderen ihrer frühesten Schriften werden fünf Elemente genannt, als durch Vereinigung alle Materie bildend: das Feuer, der Aether, das Wasser, die Luft und die Erde. Nach diesen bildet die Vereinigung der genannten Elemente auch die

Aelteste Ansichten über die Elemente.

organischen Substanzen, und Sterben ist die Beginnung des Zurückgehens des menschlichen Körpers in seine Elemente. Unter den hier genannten Begriffen schwankte die Wahl der Denker auch anderer Völker, die bald Einen von ihnen als den einzigen Urstoff, bald mehrere als die Elemente der wahrnehmbaren Materie betrachteten.

Das Volk, dessen Ansichten über diesen Gegenstand uns am besten bekannt sind und für die folgenden Zeiten den größten Einfluß ausübten, sind die Griechen. Bei ihnen scheint in den ältesten Zeiten das Wasser als erster Grundstoff betrachtet worden zu sein, zuerst mehr in mythischer Auffassung, bis Thales (um 600 vor Chr.) es bestimmt aussprach, und die Richtigkeit seines Ausspruchs aus der Nothwendigkeit des Wassers für die Entwicklung aller Wesen darzuthun suchte. Er fand in der Feuchtigkeit die Hauptbedingung des Entstehens organischer (vegetabilischer wie thierischer) Wesen, und glaubte hiernach annehmen zu können, auch für die Entwicklung des Weltalls sei die Gegenwart von Wasser erste Bedingung gewesen, das Wasser also Grundprincip aller Dinge. Andere Philosophen waren anderer Ansicht. Anaximenes von Milet setzte an die Stelle des Wassers die Luft, und leitete die Entstehung aller Körper aus einer Verdünnung oder Verdickung derselben ab, indem im ersteren Falle Feuer, im zweiten dagegen Wasser entstehe. Wird auch bei ihm die Luft als erstes Princip angesehen, so sind doch noch für ihn auch Feuer und Wasser in den Eigenschaften unter sich und von der Luft verschiedene Elemente; es sind Modificationen des Urelements. Die Ansicht des Anaximenes hat für uns Bedeutung, weil sich in ihr zuerst der Begriff von einer Verwandlung der Elemente findet, wenn auch zunächst nur darin, daß er für dasselbe Urelement verschiedene Zustände annahm. Später, wo Wasser, Feuer und Luft als von einander unabhängige Elemente betrachtet wurden, wo man nicht mehr das eine als früher entstanden und die anderen als erst später sich daraus entwickelt habende ansah, blieb doch die Vorstellung von der Möglichkeit einer Verwandlung der Elemente in einander. Und als man an die Stelle der rein durch Speculation gefolgerten Urstoffe andere, von der Erfahrung weniger oder mehr angezeigte, setzte, glaubte man ebenfalls noch an die Möglichkeit der Verwandlung derselben in einander, welche Ansicht sich in der Chemie zu verschiedenen Zeiten geltend zu machen suchte.

Thales' Ansichten.

Anaximenes' Ansichten.

Heraclit's Ansichten.

Aehnlich wie Anaximenes die Luft, nahm Heraclit von Ephesus (um 500 vor Chr.) das Feuer als das Urprincip aller Dinge an, welches sich

in Wasser und Erde verwandeln könne. So finden wir bei den erwähnten griechischen Philosophen alle die Begriffe erwähnt, welche später in der Lehre von den vier Elementen zusammengefaßt wurden, aber in verschiedener Auffassung, insofern Jeder eins dieser vier Elemente als das anfängliche und die anderen als Modificationen desselben betrachtete. — Wir sehen in der Geschichte der griechischen Philosophie noch andere Denker, deren Ansichten von den eben besprochenen abweichen, und sich den chemischen mehr nähern, insofern in Bezug auf diesen Gegenstand eine Vergleichung zwischen der Art zu schließen jener Zeit und der späteren, wo die Chemie wissenschaftlich betrieben wurde, statthaft ist. So sah Anaximander von Milet (um 610 vor Chr.), über dessen Lehren wir jedoch nur zweifelhafte Nachrichten haben, die verschiedenen Stoffe nicht als durch Verdünnung oder Verdichtung Eines Urprincips entstanden an, wenn er gleich ein nicht näher bestimmtes Urwesen zugab, sondern durch Ausscheidung, indem sich aus dem Urstoff gewisse Theile ausscheiden, wo sich dann das Verwandte zu einander wende; und Anaxagoras von Clazomene (um 450 vor Chr.) nahm noch mehr in Uebereinstimmung mit neueren Ansichten an, daß vor der Entstehung der Erde in ihrem jetzigen Zustande ein Chaos existirt habe, in welchem bereits alle Stoffe, aber nicht vereinigt, enthalten gewesen wären. In jedem Stoff nahm er gleichartige Theilchen (ὁμοιομέρειαι) an, die für die verschiedenen Stoffe verschieden seien, in dem Chaos zertheilt vorhanden gewesen wären, und sich bei Ordnung der Dinge zu größeren gleichartigen Massen vereinigt hätten.

Aelteste Ansichten über die Elemente.

Anaximander's Ansichten.

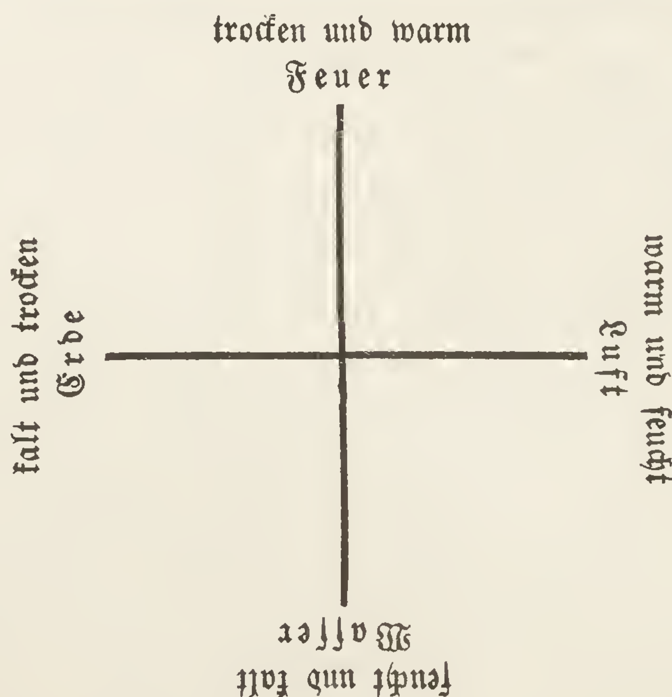
Anaxagoras' Ansichten.

Diejenige Lehre über die Elemente indeß, welche alle anderen verdrängte, und lange Zeit hindurch die allein angenommene blieb, war die des Aristoteles, über welche wir bereits im I. Theile (Seite 29 f.) gesprochen haben, als von einem der passendsten Beispiele für die Methode der griechischen Philosophen bei Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme. Aristoteles' Annahme von vier Elementen mit besonders ausgezeichneten Eigenschaften (Feuer trocken und warm, Luft warm und feucht, Wasser feucht und kalt, Erde kalt und trocken) verbreitete sich schnell, und wir begegnen ihr später bei allen Völkern, wo sich wissenschaftliche Untersuchungen vorfinden, als der allein angenommenen. Bei den Griechen wurde diese Lehre die herrschende; bei den Römern sehen wir sie gleichfalls als wahr anerkannt, wie sich aus Plinius ergiebt; zu den Arabern drang sie schon im sechsten Jahrhundert, wo des Aristoteles Schriften in das Arabische übersetzt wurden. Auch bei den späteren Griechen erhielt sie sich in ihrer Autorität;

Aristoteles' Ansichten.

Aelteste Ansichten über die Elemente. Ansichten der Scholastiker.

Michael Psellus (um 1050), unter den Byzantinern der damaligen Zeit einer der bekanntesten Gelehrten, bekannte sich zu ihr. In der scholastischen Philosophie der Abendländer erhielt sie sich im größten Ansehen bis in das 16. Jahrhundert. Wie hier die Lehre von den Elementen sich entwickelte, ist für die Geschichte der Chemie merkwürdig, weil gerade zu jener Zeit man auch in anderer, chemischer, Beziehung auf denselben Gegenstand zu schließen begonnen hatte. Bei den Scholastikern galt als Definition der Elemente: einfache Stoffe, in welche sich andere zerlegen lassen; als allgemeine Eigenschaften der Elemente: Unzerlegbarkeit und Fähigkeit, sich zu verwandeln. Die Fähigkeit, daß sich ein Element in ein anderes verwandeln kann, beruht auf der Aehnlichkeit der Grundeigenschaften je zweier Elemente, die unter folgendem Schema versinnlicht wurde:



nach welchem jedes der Elemente zwei Eigenschaften, und zwar die eine in höherem, die andere in geringerem Grade besitzt, und mit jedem der beiden ihm benachbarten Eine Eigenschaft gemein hat, und durch zunehmendes Vorwalten dieser Eigenschaft in dieses übergehen kann. Die vier in dem obigen Schema angeführten Eigenschaften hießen qualitates primae, welche als die qualitates secundas hervorbringend angesehen wurden. Als letztere galten z. B. Dichtigkeit, Härte u. s. w., indem man die Dichtigkeit als Wirkung der Kälte betrachtete, welche die Theilchen der Körper einander nähert, die Lockerheit umgekehrt als Wirkung der Wärme; die Härte als Wirkung der Trockenheit, die Weichheit als die der Feuchtigkeit. Außerdem wurden die Elemente noch in leichte und schwere eingetheilt. Als leichte, die näm-

lich ein Bestreben haben, sich von unserem Weltkörper weg zu bewegen, betrachtete man das Feuer und die Luft, und zwar unterschied man ersteres als das absolut leichte und die letztere als das relativ leichte Element. Wasser und Erde hingegen galten als schwere Elemente, ersteres als relativ schweres, letztere als absolut schweres.

Während indeß noch die meisten Gelehrten bis zum 16. Jahrhundert den Aristotelischen Ansichten beitraten, waren doch schon früher Versuche gemacht worden, in anderer Weise auf die Elementarbestandtheile der Körper zu schließen. Als die erste Aeußerung dieser Art müssen wir die im 8. Jahrhundert bereits aufgestellten Ansichten Geber's betrachten, wonach Schwefel und Quecksilber die Elemente, zunächst der Metalle, sein sollen. Wir haben hier die erste Annäherung dazu, bestimmte Stoffe als Elemente im chemischen Sinne des Worts darzuthun; während die Elemente des Aristoteles mehr Zustände der Körper bezeichnen, nimmt Geber den Schwefel und das Quecksilber schon mehr als die wirklichen Elementarbestandtheile der Metalle an, und sucht die Verschiedenheit der letzteren auf ungleiche quantitative Mischungsverhältnisse und ungleiche Reinheit der Elemente zu beziehen. Inwiefern unter Schwefel und Quecksilber nicht die gemeinhin so genannten, für sich darstellbaren Substanzen verstanden wurden, darauf habe ich bereits im I. Theile, Seite 45, aufmerksam gemacht, und werde unter den Abschnitten »Metalle«, »Schwefel« und »Quecksilber« darauf zurückkommen. Geber's Ansichten nahmen die ihm folgenden Alchemisten an, mit kleinen Abänderungen einzelner, die als die Früchte der Bekanntschaft mit der Aristotelischen Philosophie und eines unwillkürlichen Anhängens an dieselbe angesehen werden müssen. So führt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in den Metallen außer Schwefel und Arsenik noch Wasser als Elementarbestandtheil an, dessen Kälte die Starrheit dieser Substanzen bedinge. »Non autem dubium est, metallica congelari frigido aquae; igitur humor erit omnium horum materia,« drückt er sich in seinem Werke de rebus metallicis aus. — Den Geber'schen Ansichten ohne Zuthat traten Raymundus Lullus und Arnold Villanovanus in derselben Zeit bei, und des Ersteren Autorität hauptsächlich hatte viel Einfluß darauf, daß noch lange Zeit sich die Alchemisten nicht von diesen Meinungen losreißen konnten. Raymund Lull nennt die Bestandtheile aller Stoffe ganz bestimmt, aber doch manch-

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

Geber's Ansichten.

Albertus Magnus' Ansichten.

Raymund Lull's Ansichten.

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

mal auch mit Erinnerung an die alte Lehre von den vier Elementen. So sagt er in dem ersten Theile seines Testaments: Adhuc fili tibi manifestamus, quod omnis res mundi composita ex substantia quatuor elementorum substantialiter, non est nisi sulphur et argentum vivum. — Von

Basilius Valentinus' Ansichten.

Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert wird neben Schwefel und Quecksilber noch Salz als Element betrachtet, und von seiner Zeit an wird auch allgemein angenommen, daß die genannten Stoffe nicht nur die letzten Bestandtheile der Metalle, sondern aller Körper seien. In seiner »Wiederholung des großen Steins der uralten Weisen« sagt er: »Ich habe Meldung gethan und angezeigt, daß alle Dinge aus dreien Wesen zusammengesetzt und gemacht sind, als aus Mercurio, Sulphure und Sale, und das ist wahr, was ich gelehrt habe.« Diese Verallgemeinerung wurde

Paracelsus' Ansichten.

besonders im 16. Jahrhundert von Paracelsus ausgesprochen und vertheidigt, welcher Schwefel, Arsenik und Salz in allen Substanzen der organischen wie unorganischen Natur annahm, und unter diesen Begriffen theils die Art der medicinischen Wirkung der Körper, theils ihr physisches Verhalten bei Einwirkung von Feuer bezeichnete, wie er denn unter dem Begriff Salz vorzugsweise die dadurch unzerstörbaren Bestandtheile, unter Quecksilber die sich unzersetzt verflüchtigenden, unter Schwefel die verbrennlichen verstanden zu haben scheint. (Vgl. noch I. Theil, Seite 97.) In welcher Ausdehnung Paracelsus an das Vorhandensein seiner angenommenen Urstoffe glaubte, zeigen viele Stellen seiner Schriften; z. B. in seinem ersten Tractat von Mineralibus sagt er: »Eisen, stahel, bley, smaragd, saphir, kießling nichts anders seind, denn Schwefel, Salz und Mercurius«, und in seinem Manuale: »Soll aber zuvor melden, wie der Mensch aus Sulphure, Mercurio et Sale, gleich den Metallen seinen Ursprung nehme«; und viele andere Belege ließen sich noch dafür anführen, daß er in allen Stoffen dieselben Elemente, wenigstens dem Namen nach, voraussetzt, wenn er auch sonst wieder bemerkt, daß ein Element einige Verschiedenheit zeigen könne, je nach dem Stoff, aus welchem es erlangt wurde.

Für die ganze Periode vom 8. bis zum 17. Jahrhundert können wir die eben besprochenen Elemente als die bei den Chemikern angenommenen von denen, an welche die Philosophen und Physiker glaubten, unterscheiden, denn bei den letzteren bleiben stets noch die Aristotelischen Ansichten die beibehaltenen. Die Physiker bekümmerten sich um die Frage nach den Elementen weniger; sie nahmen die Körper als gegeben, und suchten für sie die

physikalischen Gesetze aufzufinden, ohne die Zusammensetzung zu berücksichtigen. Bei den Chemikern selbst änderten sich die Ansichten über die Elemente bald. Als die medicinische Chemie sich mehr ausbildete, konnte die alte Lehre über Quecksilber, Schwefel und Salz als Urbestandtheile sich nicht länger erhalten; die Chemiker, welche der medicinischen Richtung angehörten, sehen wir ihre Forschungen mehr auf die wirksamen Bestandtheile (als welche sie Säure und Laugensalz zu erkennen glaubten) richten, als auf die letzten Elemente; doch haben auch einige von ihnen in letzterer Beziehung uns ihre Ansichten mitgetheilt, und namentlich van Helmont, gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, hat sich darüber sehr bestimmt geäußert. Die Stoffe, welche noch Paracelsus als Elemente darzuthun gesucht hatte, erkannte er nicht als solche an, aber ebensowenig pflichtete er der Lehre des Aristoteles unbedingt bei, auch aus dem Grunde, weil dieser Philosoph kein Christ war (Turpe sane Christianis, istum [Aristotelem] in Physicis patronum adhuc sequi, sagt er in einer Abhandlung Physica Aristotelis et Galeni ignara). Von Aristoteles wich er hauptsächlich darin ab, daß er das Feuer geradezu für keine Substanz, sondern nur für eine Qualität erklärte, wie verschiedene Stellen seiner Schriften ausweisen. Concludo, sagt er, quod ignis non sit substantia, nec forma essentialis substantiarum; anderswo: vanum est, ignem confluere materialiter ad corporum misturam; und geradezu: nec ignis est elementum, nec materialiter corporibus commiscetur. Als Urstoff glaubte er dagegen Wasser betrachten zu können, da sich dies in Erde verwandeln lasse, und also Elementarbestandtheil in dieser sei, da es (vgl. Theil I. Seite 120) zur Ernährung der Pflanzen diene, und darin organische Stoffe und Alkalien bilde, also auch in diesen Element sei, und da es endlich auch einen Elementarbestandtheil der ölartigen Körper und des Weingeistes abgebe, woraus es durch Verbrennung abgeschieden werden könne. Von der Liste der Elemente, wie sie Aristoteles aufgestellt hatte, strich er also außer dem Feuer noch die Erde weg, die seiner Meinung nach nie als Element in organischen Körpern enthalten ist, sondern die ebenso ein Erzeugniß des Wassers ist, wie andere Stoffe, und nach ihm sich auch in Wasser verwandeln läßt (das wie? ist nicht angegeben). »Cur autem terram non inter primaria elementa, licet initio simul creatam, existimem, causa est, quod tandem convertibilis sit in aquam,« ist sein bestimmter Ausspruch über diesen Gegenstand. Hinsichtlich dessen, ob die Luft als Element

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

van Helmont's Ansichten.

anzusehen sei, findet sich seine Ansicht nirgends klar ausgesprochen. Es scheint, daß er die Luft als einen Elementarbestandtheil anerkannt hat, insofern er ihre gänzliche Unabhängigkeit vom Wasser nachzuweisen strebte, und namentlich darin von den Anhängern des Aristoteles abwich, daß er ausdrücklich erklärte, eine Verwandlung von Wasser in Luft und umgekehrt könne nie stattfinden; Wasserdämpfe seien keine Luft, und Luft werde nie durch Verdicken zu Wasser.

Die auf van Helmont zunächst folgenden Chemiker haben wenig über die Elementarbestandtheile uns hinterlassen. Glauber's Sinnen war zu sehr auf das Praktische gerichtet, als daß er diese damals noch theoretische Frage besonders berücksichtigt hätte, und Sylvius, der sich so viel in speculative Betrachtungen hinsichtlich der wirksamen Bestandtheile einließ, hat sich gleichfalls über den ersteren Gegenstand nicht ausgesprochen. Die Chemiker jener Zeit, welche sich darüber erklärt haben, hingen meist den alchemistischen Ansichten über die Elemente an; bei einigen finden wir sie erweitert und den Aristotelischen genähert, wie z. B. von Le Fèvre in seinem Traité de la chymie (1660) als Elemente Wasser oder Phlegma, geistiges oder mercurialisches Princip, schwefliges oder öliges Princip, Salz und Erde als Elemente angegeben werden. — Aber jetzt trat Boyle auf, der eigentlich zuerst die Frage nach den Elementarbestandtheilen ganz in dem Sinne auffaßte, wie sie noch jetzt behandelt wird. Er bewies überzeugender, als dies je vor ihm geschehen war, wie unzulässig für die Chemie einerseits die Annahme der vier Elemente des Aristoteles sei, und wie wenig andererseits auch die drei Elemente der Alchemisten uns über die Zusammensetzung der Körper einen vernünftigen Begriff geben können. Es geschah dies vorzüglich in seinem Werke Chemista scepticus, vel dubia et paradoxa chymico-physica circa spagyricorum Principia, vulgo dicta hypostatica, prout proponi et propugnari solent a turba alchymistarum (1661). Hier bemüht er sich zuerst, die Unzulänglichkeit der früheren Ansichten zu zeigen, und schickt deßhalb voraus Considerationes circa experimenta allegari solita ad adstruendum vel quatuor Elementa peripatetica, vel tria Principia chymica corporum mixtorum. Er weist nach, daß die Elemente des Aristoteles ungenügend sind, daß sie durch die Zerlegung der Substanzen durch Feuer nicht erwiesen werden, wie spätere Naturforscher dafür angeführt hatten, indem sie namentlich

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

in der Verbrennung eine Auflösung der Körper in die vier Elemente, Erde (Asche), Feuer, Luft (Rauch und Gas) und Wasser, erblickten. Er zeigte, wie schwankend diese Ausdrücke sind, daß z. B. die Asche nichts weniger als eine eigentliche Erde ist, und nicht so genannt werden darf. Ebensowenig nahm Boyle die Elemente der Alchemisten an, in deren Benennung er noch viel mehr Schwankendes fand. Den Beweis, den man auch hierfür aus der Einwirkung des Feuers auf die Körper zu führen versucht hatte, bekämpfte er durch die Bemerkung, daß die Hitze keineswegs immer zerlegend wirkt, sondern auch oft Bestandtheile zu neuen Verbindungen vereinigt; die Unzulässigkeit der Annahme, daß namentlich Schwefel, Salz und Quecksilber Elementarbestandtheile seien, bewieß er dadurch, daß er zeigte, wie noch eine Menge anderer Körper mit demselben Rechte Elemente genannt werden können, und wie von den Alchemisten gerade eine sehr unzulässige Annahme statuirt werde, indem nämlich der Schwefel, dessen Begriff sich doch im gemeinen Schwefel am schärfsten wiederfinden müsse, sich auch als eine zusammengesetzte Substanz ansehen lasse (vergl. Schwefel). Boyle's Meinung ging dahin, man solle, ohne sich um die Urbestandtheile der Materie zu kümmern, über welche verschiedene Ansichten zulässig seien, vorzugsweise seine Aufmerksamkeit auf die Bestandtheile richten, welche man wirklich abscheiden könne, die für sich darstellbar seien; wenn diese für die Chemie nicht weiter zerlegbar seien, so solle man sie Elemente nennen, und mit dieser schärferen Begriffsbestimmung komme man weiter, als mit der vagen über die alchemistischen oder Aristotelischen Elemente. Zu einer solchen Abscheidung der Elemente aber führe nicht nur die Einwirkung des Feuers, sondern auch durch andere chemische Operationen lasse sie sich vornehmen, und die auf letzteren Wegen (z. B. durch Operationen auf dem nassen Wege) erlangten Stoffe verdienten gleichfalls den Namen einfacher Bestandtheile: Equidem cum viderimus, naturam alia praeter ignem adhibere cum successu instrumenta posse ad distinctas substantias a corporibus mixtis separandum, quidni aliquam ejusmodi substantiam fecerit natura, vel ars facere possit, quae sit idoneum mixta corpora resolvendi instrumentum, vel aliquam ejusmodi methodum industria humana casuve inveniri posse, qua mediante composita corpora in alias substantias queant resolvi, quam sunt eae, in quas ignis adminiculo dispesci solent. Atque cur istius modi Analysios producta non possint jure non minori componentia corporum, unde emergunt, principia

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

appellari, haud facile quis ostenderit, maxime cum infra planum reddam, substantias, quas Chymici salia, sulphura et mercurios corporum vocare solent, haud ita puras et elementares esse, ut ipsi sibi sumunt atque ut hypothesis eorum postulat. Boyle zeigte weiter, daß man die Zahl der Elemente, im chemischen Sinne genommen, nicht a priori angeben, noch nach irgend einer Annahme beschränken könne.

Boyle's Ansichten stimmen also im Princip vollkommen mit den noch jetzt anerkannten überein. Aus was die Materie im Allgemeinen besteht, ob aus einem oder mehreren Urbestandtheilen, ist den Chemikern zu entscheiden nicht möglich. Aber es giebt Bestandtheile, die, vielleicht aus diesen Urbestandtheilen zusammengesetzt (vergl. seine Ansichten in der atomistischen Theorie), in der Chemie als einfach, d. h. als für die Chemie unzerlegbar, zu betrachten sind; er meint: concedi posse, distinctas illas substantias (die existirenden, darstellbaren), quas concreta communiter vel suppeditant, vel continent, non adeo incongrue posse eorum Elementa vel Principia vocari, und es komme überhaupt mehr darauf an, diese näheren, als die letzten Bestandtheile kennen zu lernen, denn, sagt er anderswo, vix a quoquam negabitur, corpuscula compositae naturae in omnibus Chymicorum exemplis pro elementaribus posse haberi. — Wie sehr er die Nothwendigkeit fühlte, chemische Elemente von den metaphysischen zu unterscheiden, selbst wenn eine Schlußfolgerung der letzteren Art durch Beobachtungen unterstützt werde, zeigt folgende Stelle: Et si quis dicat. saltem detegere nos posse ingredientia rerum elementaria, in quas substantias haec corpuscula quae habebantur pura dividantur: Respondeo, necessarium non esse, ut ejusmodi detectio deducatur in praxim.

Boyle hat uns keine Aufzählung der Stoffe hinterlassen, die er als Elemente betrachtete. Das Feuer hielt er für ein Element, das sogar wägbar sei, und schrieb 1673 experimenta nova, quibus ostenditur posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque (vergl. Oxydation). Den Begriff, den wir jetzt mit der Bezeichnung chemische Elemente verbinden, scheint Boyle außerdem auch unter dem Ausdruck mista prima verstanden zu haben. (Vergl. die Geschichte der chemischen Verbindung in diesem Theile.) Ob er den Schwefel als ein solches mistum primum ansah, steht dahin; er zeigte indeß, daß er sich möglicher Weise auch zusammengesetzter, als mistum secundarium, als aus Schwefelsäure und einem verbrennlichen Stoffe bestehend, betrachten lasse. Die Metalle hielt er gleich-

falls für mista prima, wie er dies namentlich für das Antimon und das Eisen ausspricht; die Möglichkeit, sie unter einander zu verwandeln, erkannte er an. Er bringt verschiedene Citationen anderer Chemiker bei, wonach eine solche Verwandlung statthaben soll, ohne sie zu bestreiten, erzählt selbst eine Verwandlung von Gold in schlechteres Metall, und spricht anderswo die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu aus. Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

Ich habe mich bei Boyle's Ansichten etwas ausführlicher aufgehalten, weil in ihnen die Grundlage der späteren Betrachtungsweise für die Lehre von den chemischen Elementen liegt. Boyle's Meinung darüber wurde nicht gleich angenommen. Die Chemiker, die mit ihm gleichzeitig lebten, konnten sich nicht zu dem Grade von Vorurtheilsfreiheit hinaufschwingen, wie dies bei Boyle der Fall war. Haben sie auch hinsichtlich einiger Hypothesen richtigere Begriffe als ihre Vorgänger, so stehen sie doch noch in den meisten Beziehungen ganz unter dem Einflusse der früheren Meinungen, und ihre Ansichten sind Gemische aus denen der Scholastiker, der Alchemisten und eigenen, manchmal berichtigten, Ideen. Von den mit Boyle gleichzeitigen Chemikern haben wir Kunkel, Becher und N. Lemery zu nennen, die für die Lehre von den Elementen nicht ohne Einfluß gewesen sind, und die uns für das eben Gesagte die besten Belege liefern.

Kunkel erklärte sich im Allgemeinen gegen die alchemistischen Begriffe über die Urstoffe, besonders in seinen »chymischen Anmerkungen, darin gehandelt wird von den chemischen Principiis 2c.« (1677), suchte er das Absurde der Annahme darzuthun, daß die organischen Substanzen aus Schwefel, Salz und Quecksilber bestehen In Bezug auf den Schwefel leugnete er gleichfalls, daß er als Bestandttheil an der Zusammensetzung der Metalle Theil nehme, aber darin konnte er sich von vorgefaßten Meinuggen nicht losreißen, daß Quecksilber ein Elementarbestandtheil aller metallischen Substanzen sei. Seine Behauptungen stehen überhaupt an Zulässigkeit der Prämissen und an Folgerechtigkeit der Schlüsse weit hinter denen Boyle's zurück. Kunkel's Ansichten.

Bei Becher finden wir hinsichtlich der Lehre von den Elementen mehr neue Namen, als richtigere Ansichten, wie sich vorzüglich aus seiner Physica subterranea (1669) ergiebt. Nach ihm sind als einfache Stoffe anzusehen das Wasser und sodann drei besondere Erden, die glasartige (terra lapidea, vitrescibilis, improprie sal dicta, wie er sich ausdrückt), die brennbare (terra pinguis, improprie sulphur dicta) und die mercurialische Becher's Ansichten.

Ansichten über die Elemente.

(terra fluida, mercurialis, improprie Mercurius dicta). Die Metalle sind nach ihm sämmtlich Mischungen aus den drei letzteren Erden. Es sind also nur neue Namen für Salz, Schwefel und Quecksilber, die er aufstellte, wie er sich denn auch nach dem Vorgang der Alchemisten aus dieser Zusammensetzung der Metalle ihre Verwandelbarkeit unter einander zu erklären suchte.

Lemery's Ansichten.

In N. Lemery's Cours de chymie (1675) sind, an die Ansichten des Lefèvre erinnernd, fünf Grundstoffe angenommen, das wässerige, geistige, ölige, salzige und erdige Princip. Unter diesen werden Geist, Oel und Salz active Principien genannt, weil sie eigentlich zur Bildung der chemischen Verbindungen Anlaß geben (parce qu'estant en mouvement, ils font toute l'action du mixte). Die anderen heißen passive (parce qu'estant en repos, ils ne servent qu'à arrester la vivacité des Actifs). So machten sich die verschiedenen Chemiker verschiedene, gleich unrichtige Vorstellungen über die Elemente.

Stahl's Ansichten.

Im Anfange des 18. Jahrhunderts begann zuerst Stahl, Boyle's Ansichten in die ausübende Chemie überzutragen, mit einer gewissen Vorsicht, welche sicher die allgemeinere Annahme der naturgemäßeren Ansicht bedeutend erleichtert hat. Stahl verwarf die alten Begriffe und vagen Speculationen nicht ganz und gar; sie finden sich in seinen Schriften vielfach, was z. B. den Gehalt der Metallkalke an erdigen und mercurialischen Bestandtheilen, was den Ursprung aller Säuren von Einer Primitivsäure angeht, aber diese Betrachtungen gaben kein Hinderniß dafür ab, daß Stahl wirklich das, was wir chemische Elemente nennen, klar auffaßte. Er bezeichnete sie als eigenthümliche Körper, und in der Untersuchung dieser eigenthümlichen Körper sind die Vorarbeiten für unsere Kenntnisse der chemischen Elemente enthalten. Den Begriff der entzündlichen Erde, welchen er als Phlogiston schärfer definirte und erweiterte, behielt Stahl als elementaren Bestandtheil bei; ihm reihte er als eigenthümliche Bestandtheile die Körper an, aus deren Vereinigung unter einander oder mit Phlogiston er alle übrigen Substanzen gebildet glaubte. Indem Stahl die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper zwar beachtete, aber doch zugleich die scharfe Untersuchung der letzteren besonders hervorhob, gelang es ihm und noch mehr seinen Nachfolgern, Substanzen als eigenthümliche zu erkennen, die vorher mit anderen verwechselt worden waren, und in jeder dieser Entdeckungen eines neuen eigenthümlichen Körpers war

für die spätere Zeit die Kenntniß eines besonderen chemischen Elementes vorbereitet.

Ansichten über die Elemente.

Boerhave's Ansichten.

Hier dürfte auch, der chronologischen Berichterstattung gemäß, Boerhave's gleichzeitige Meinung über die Elemente einzuschalten sein, ob er gleich an der Phlogistontheorie keinen näheren Antheil nahm. Die Frage nach den Urstoffen berücksichtigte er sehr wenig, in der Meinung, die Chemie könne doch hierüber keinen Aufschluß geben. Was Boerhave Elementa nennt, sind Bestandtheile der Körper, Boyle's Ansicht, nur Nachweisbares so zu nennen, im Ganzen gemäß, aber doch davon abweichend, daß Boerhave mit diesem Namen selbst solche Bestandtheile bezeichnet, welche er wohl selbst als zusammengesetzte anerkannte. (Vergl. den Abschnitt über chemische Verbindung in diesem Theile.) Boerhave hat darin die richtigere Erkenntniß gefördert, daß er vorzugsweise auf die Untersuchung der nachweisbaren Bestandtheile hinleitete; die Kenntniß der chemisch einfachen Stoffe verdankte aber hauptsächlich ihre Entwicklung der Hervorhebung der eigenthümlichen Stoffe, wie sie Stahl dem eben besprochenen gemäß eingeführt hatte.

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert.

Je weiter die phlogistische Theorie und mit ihr die Chemie vorschreitet, um so mehr tritt die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper in den Hintergrund. Im 17. Jahrhundert war man z. B. noch allgemein der Meinung, in allen Metallen sei die erdige Grundlage (welche in den Rückständen nach der Calcination enthalten sein sollte) im Wesentlichen dieselbe; im Anfange des 18. Jahrhunderts glaubte zwar St. F. Geoffroy noch, die Metalle könnten in einander verwandelt werden, aber er bewies doch auch (1709), daß sich aus Eisen, Kupfer, Zinn und Blei nicht dieselbe erdige Grundlage durch Calcination darstellen läßt, sondern daß die so erhaltenen Kalke unter allen Umständen Verschiedenheit zeigen; gegen das Ende jenes Jahrhunderts endlich nannte schon Bergman die Metallkalke geradezu einfache Körper. So gelten um 1770 bis 1780 den Anhängern dieser Theorie als einfache Körper das Phlogiston, das Wasser, die Säure des Schwefels, des Phosphors und ähnliche Körper in dem ihnen bekannten höchst oxydirten Zustande, ebenso die Metallkalke, die Erden, die Alkalien u. s. w.

Die Lehre von den chemischen Elementen war somit von den Phlogistikern bis zu dem Grade entwickelt, daß sie fähig war, in einer andern Art, als bisher, in Betrachtung gezogen zu werden. Bis dahin war es

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert.

nur Zweck und Aufgabe gewesen, als Elementarbestandtheile der Substanzen Körper anzugeben, die auch darin nachweisbar seien; die Phlogistiker hatten diese Aufgabe gelöst; in ihren Ansichten findet sich zuletzt wenig mehr von der früheren Unbestimmtheit der Ausdrücke, mit welcher die Alchemisten den verschiedenartigsten Dingen auf oberflächliche Aehnlichkeit hin gleiche Benennung beilegten, und wodurch deßhalb auch über die Bestandtheile einer Substanz gar kein Aufschluß gegeben war. Namentlich bei den späteren Phlogistikern ist die Angabe für die einfachen Stoffe stets eine so bestimmte, daß über die Art derselben kein Zweifel sein konnte. Wo sie Wasser, wo sie einen bestimmten Metallkalk, eine gewisse Erde oder eine Säure u. s. w. als Elementarbestandtheil einer Substanz angaben, da konnte wenigstens mit Sicherheit daraus geschlossen werden, daß die als Elemente angegebenen Stoffe wirklich aus dieser Substanz darstellbar seien.

So vorbereitet gestaltet sich aber mit der vollkommenen Ausbildung der phlogistischen Theorie und in ihrem Kampf mit der antiphlogistischen die Untersuchung über die Elemente in ganz anderer Art, als früher. Die Ansicht über die chemisch einfachen Stoffe wird nun der Ausdruck der chemischen Theorie. Bis die Lehre von den chemischen Elementen diese letztere Bedeutung erlangte, war sie nur der Ausdruck einiger Kenntnisse in der analytischen Chemie, der empirischen Forschung. Sie repräsentirt aber nun, besonders seit Lavoisier's Aufstellung des antiphlogistischen Systems, schärfer als sonst irgend eine chemische Lehre, die theoretischen Ansichten, deren Discussion sich nun meistentheils um die Frage dreht: ist ein bestimmter Stoff eine Verbindung oder ein Element?

Es kann hier nicht von den Untersuchungen gesprochen werden, wodurch für die einzelnen Stoffe oder für einzelne Gruppen von Körpern die Ansicht hinsichtlich ihrer chemischen Unzerlegbarkeit entwickelt wurde, die noch jetzt beibehalten wird. Die Berichterstattung hierüber werde ich unten bei der speciellen Geschichte dieser Stoffe und Gruppen beibringen. Aber nur im Allgemeinen will ich hier über die Meinungsverschiedenheiten, welche sich seit den Phlogistikern über die chemisch einfachen Stoffe aussprachen, das Wichtigste mittheilen.

Der Streit zwischen den Antiphlogistikern und den Phlogistikern läßt sich als ein Streit darüber ansehen, was Elemente, was Verbindungen sind, ob nach der Meinung der letzteren Phlogiston und Metallkalke und (Schwefel-, Phosphor- rc.) Säuren Elemente sind, oder wie die ersteren be-

haupteten, Sauerstoff, Metalle, Schwefel, Phosphor u. s. w.; ob das Wasser ein Element ist, oder eine Verbindung u. s. w.

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert.

Lavoisier's Ansicht über die chemischen Elemente war im Wesentlichen folgende: Es giebt Körper, die wir als einfache ansehen müssen, und deren weitere Zerlegung unwahrscheinlich ist. Dahin rechnete er den Lichtstoff, den Wärmestoff, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Andere Körper betrachtete Lavoisier nicht sowohl als einfache, als vielmehr als unzerlegte, deren Bestandtheile nämlich noch nicht bekannt sind, aber für welche doch Wahrscheinlichkeit da ist, sie bei weiterem Vorschreiten der Wissenschaft kennen zu lernen. Dahin gehören seiner Ansicht nach die Alkalien, die Erden, die Metalle. Die Stoffe, welche mit Sauerstoff verbunden in den unorganischen Säuren enthalten sind, betrachtete Lavoisier als einfache; so den Schwefel, die Kohle, den Phosphor; wir finden hier zugleich hypothetische Elemente angeführt, Bestandtheile von Säuren, welche noch nicht isolirt dargestellt werden konnten, und die Lavoisier als Radicale dieser Säuren bezeichnete. Als chemische Elemente finden wir daher bei ihm weiter angegeben das Radical der Boraxsäure, Salzsäure, Flußsäure u. s. w.

Die Ansichten Lavoisier's bestätigten sich größtentheils in den folgenden Untersuchungen. Körper, die er als unzerlegte aufgestellt, deren wahrscheinliche Zersetzung er aber auch vorausgesagt hatte, wurden zerlegt; so die Alkalien und Erden 1807 durch Davy; das Radical der Boraxsäure wurde 1808 dargestellt durch Gay-Lussac und Thénard, und seine elementare Natur dadurch auch in der Erfahrung nachgewiesen.

Diese Bestätigungen von Lavoisier's Ansichten haben etwas Gemeinsames, welches die meisten Untersuchungen hinsichtlich der Elemente seit der Aufstellung der antiphlogistischen Theorie charakterisirt. Wo nämlich ein bisher für einfach gehaltener Stoff als zusammengesetzt erkannt wird, ergiebt die Zerlegung nicht zwei neue bisher unbekannte Elemente, sondern sie reiht jenen Stoff einer schon bekannten Klasse von Verbindungen an; der eigenthümliche Stoff enthält Ein neues Element, und der Fortschritt der Wissenschaft besteht nur darin, zu zeigen, daß nur ein Theil des eigenthümlichen Stoffes, nicht, wie man bis dahin glaubte, das Ganze dieses Stoffes, ein besonderes Element darbietet.

Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Ob die Körper, welche nach Lavoisier's Ansichten als einfache zu betrachten sind, oder welche, wie die Metalle, gemeiniglich als unzerlegbar angesehen werden, dies auch wirklich sind, wurde zu verschiedenen Malen bezweifelt Auf die specielle Geschichte der einzelnen Stoffe muß ich wieder verweisen, was Davy's Untersuchungen angeht, ob Schwefel und Phosphor wahre chemische Elemente sind, was Berzelius' frühere Ansichten über die Zusammengesetztheit des Stickstoffes angeht. Im Allgemeinen bestätigte sich stets bei dem Vorschreiten der Wissenschaft, daß kein als einfach anerkannter Stoff eine Verbindung aus zwei bekannten Elementen ist. Die Versuche, welche hiergegen zu streiten schienen, wurden bald als irrthümlich nachgewiesen; so, um nur eines zu erwähnen, welcher besonders Aufmerksamkeit auf sich zog, die Bildung von Salzsäure und Natron durch die Einwirkung des Galvanismus auf reines Wasser (vergl. Elektrochemie). Viel Aufsehen machte auch bei mehreren Chemikern zu Anfange dieses Jahrhunderts, daß Winterl[1]) die Zusammengesetztheit mehrerer bis dahin als einfach angesehener Stoffe und die Existenz neuer sehr verbreiteter Elemente bewiesen zu haben glaubte. Dieser Chemiker, der mit einer sehr regen Phantasie nur unvollkommene Kenntnisse in der Anwendung der chemischen Hülfsmittel besaß, glaubte schon 1789 mehrere Metalle in noch entferntere Bestandtheile zerlegt zu haben, z. B. das Kupfer in Nickel, Reißblei, Kieselerde und einen unbekannten flüchtigen Stoff. Auf dieser Bahn weiter schreitend, gelangte er bald zu der Ueberzeugung, daß die antiphlogistische Theorie für die Chemie ungenügend sei, da ihr alle allgemeineren Begriffe abgingen, und sie Fragen nach dem allgemeinen Princip der Metalle, des Sättigungsvermögens u. s. w. nicht beantworten könne. Diese allgemeineren Begriffe suchte er durch seine Prolusiones ad chemiam seculi decimi novi (1800) zu geben, welchen 1803 seine Accessiones novae ad Prolusionem suam primam et secundam folgten. Winterl glaubte, daß die Kenntniß der materiell nachweisbaren Bestandtheile in den verschiedenen Substanzen zu einer Erklärung der Eigenschaften der letzteren unzureichend sei; demgemäß nahm er außer ihnen noch imponderable Principien an, begeistende, wie er sie nannte, die gleichfalls in die Bildung der chemischen Verbindungen mit eingehen sollten. Nach ihm sind alle Atome, von was immer für Substanzen, an sich gleichartig und identisch; daß sie

Winterl's vermeintliche Elemente.

[1]) Joseph Jacob Winterl, Professor der Chemie und Botanik zu Pesth, starb 1809.

doch verschiedene Substanzen bilden, rührt davon her, daß zwei sich einander entgegengesetzte begeistende Principien, das Säure- und das Baseprincip, in ihnen existiren, von deren verschiedenem Intensitätsverhältniß, wo mehr oder weniger vollständige Ausgleichung (Entgeistung) statthat, die verschiedenen Eigenschaften bedingt werden. Von den Substanzen, welche eins dieser begeistenden Principien in hohem Grade haben (den reinen Säuren und den ätzenden Alkalien), können diese unbeschadet der quantitativen Zusammensetzung getrennt werden, und es giebt nach ihm stumpfe Säuren und Alkalien (acida et alcalia fatua), ohne daß der neutrale Zustand durch Mischung mit einem Alkali oder einer Säure hervorgebracht wurde. Die Ausgleichung des Säure- und des Baseprincips ist nach ihm die Ursache der Wärme bei chemischen Verbindungen; das Wasser ist ein Element, welches durch Verbindung mit negativer Elektricität (Baseprincip) zu Wasserstoff (Wasserbase), durch Verbindung mit positiver Elektricität (Säureprincip) zu Sauerstoff (Wassersäure) wird, u. s. w. — Winterl's Ansichten empfahlen sich mehreren Chemikern der damaligen Zeit durch den Umstand, daß in ihnen der gerade an der Tagesordnung seiende Dualismus mit großer Consequenz durchgeführt war. Leider waren die Experimentaluntersuchungen, welche Winterl zur Stütze seiner theoretischen Ansichten anführte, nichts weniger als geeignet, in ihm den Reformator der Wissenschaft anerkennen zu lassen. So sollte es ihm gelungen sein, Modificationen der Materie darzustellen, die einfacher seien, als alle bis dahin bekannten sogenannten chemischen Elemente, und welche in der Zusammensetzung dieser enthalten seien. Einer dieser Stoffe war die Andronia. Sie sollte bereitet werden aus Salpeter mit Kohle geglüht (Winterl nahm dies in irdenen Tiegeln vor), und gefrieren lassen oder vorsichtige Neutralisation mit einer Säure. Die Andronia, ein weißes Pulver, sollte mit Sauerstoff, Wasser und Säureprincip in verschiedenen Verhältnissen verbunden die Kohlensäure, das Stickgas und die Salpetersäure bilden; mit Wasserstoff aber die Milch, das Eiweiß u. s. w. In verschiedenen Verhältnissen mit Kalk verbunden, gäbe sie Kali oder Kieselerde; das Blei verwandle sie in Baryt, das Kupfer in Molybdän, die Alaunerde in Glycinerde. Lasse man galvanische Elektricität auf sie einwirken, so erhalte man an dem positiven Pol eine Säure, an dem negativen aber Ammonium und eine Säure, die vollkommene Aehnlichkeit mit faulenden organischen Substanzen habe. Die Säure am positiven Pol sei von derselben Art, wie

Winterl's vermeintliche Elemente.

Winterl's vermeintliche Elemente.

die, welche in der zur Bildung der galvanischen Säule angewandten Flüssigkeit enthalten sei. Diese Angaben genügen wohl, um von Winterl's Art der Forschung einen Begriff zu geben; gleich nachdem die Prolusiones erschienen waren, wurden die Versuche von ausgezeichneten Chemikern wiederholt, aber keins der angegebenen Resultate erhalten. Guyton und Chenevix versicherten, bei Befolgung aller angegebenen Vorschriften und fehlerhaften Versuche nur Kieselerde erhalten zu haben. Winterl indeß beharrte auf seinen Ansichten, und schickte der französischen Akademie von ihm selbst dargestellte Andronia zu, damit sich diese von der Richtigkeit seiner Beobachtungen überzeugen könne. Fourcroy, Guyton-Morveau, Berthollet und Vauquelin untersuchten sie, und fanden sie aus Kieselerde mit Kalk, Thonerde, Kali und Eisen verunreinigt bestehend. Ihr Bericht, 1809 abgestattet, machte der ganzen Schwindelei ein Ende.

Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Gehen wir von diesem verunglückten Versuche, eine Totalreform der Chemie begründen zu wollen, zu den besonneneren und fruchtereicheren Untersuchungen über die Einfachheit gewisser Substanzen zurück, so finden wir stets wieder die Frage, ob ein Stoff als einfach oder als eine Verbindung genommen werden müsse, mit den wichtigsten allgemeineren chemischen Problemen verknüpft. Wir erwähnen hiervon nur der Untersuchungen, ob das Chlor als ein einfacher Körper zu betrachten sei, deren endliche Entscheidung für die Theorie der Säuren, der Salze, der Verbrennung ꝛc. in gleichem Grade wichtig war. Spätere Entdeckungen über die chemischen Elemente haben im Wesentlichen keine reformirende Wirkung gehabt; die Auffindung neuer Salzbilder und neuer Metalle vervollständigte nur Gruppen von Elementen, deren Eigenthümlichkeit schon früher dargethan war. Mehr und mehr aber trat mit genauerer Kenntniß der einfachen Körper die Nothwendigkeit hervor, keinen Stoff als einfach anzunehmen, der nicht für sich darstellbar sei; diese Ansicht war es vorzüglich, welche in der Frage über die Zusammensetzung der Salzsäure, über die Einfachheit des Chlors entscheidend einwirkte, welche, der hohen Autorität von Berzelius ungeachtet, dessen frühere Ansicht über die Zusammensetzung des Stickstoffs nicht allgemein annehmen ließ, und welcher nur in den Fällen weniger Rücksicht geschenkt wurde, wo (wie bei dem Fluor) mehrfache Analogie keinen Zweifel über die Existenz eines einfachen Stoffes läßt, den im isolirten Zustande darzustellen noch nicht gelungen ist.

Erkenntniß und Benennung der chemischen Verwandtschaft.

Gehen wir jetzt zu der ausführlicheren Betrachtung über, wie sich die Kenntnisse über die chemische Affinität entwickelten. Die Lehre von der Verwandtschaft gewann Selbstständigkeit erst von der Zeit an, wo die Chemie wissenschaftlich behandelt zu werden anfing, wurde alsdann aber auch bald als eine der wichtigsten überhaupt betrachtet. Früher nur hin und wieder gelegentlich bearbeitet, wurden zuletzt die Untersuchungen über diese Kraft die umfassendsten in der Scheidekunst, so daß jetzt fast die ganze Chemie als eine Kette von Anwendungen und Beispielen der Lehre von der Verwandtschaft betrachtet werden kann. Erkenntniß und Benennung der chemischen Verwandtschaft.

Langsam hat sich die Kenntniß dieser Kraft entwickelt, wenig allmälig, mehr stoßweiße und in einzelnen, scharfgeschiedenen Epochen; zu verschiedenen Zeitpunkten machte sie durch die Bestrebungen einzelner Männer große Fortschritte, während sie dazwischen verhältnißmäßig nur wenig gefördert wurde. Die bedeutendsten wissenschaftlichen Namen stehen in Verbindung mit diesen Untersuchungen; die Ursache der Verwandtschaftskraft darzuthun, sie auf andere bekannte Kräfte zurückzuführen, haben sich die ausgezeichnetsten Naturforscher bemüht; und ist auch die Wissenschaft in dieser Beziehung, was die Ursache der Verwandtschaft angeht, noch jetzt nicht aufgeklärt, so sind doch durch die hierauf gerichteten Bestrebungen die Bedingungen, unter welchen, die Gesetze, nach welchen diese Kraft wirkt, so vollständig erkannt, daß sie die Grundlage, den Inhalt unserer heutigen Chemie ausmachen.

Die historische Untersuchung der Entwicklung der Lehre von der Affinität führt uns in jene Zeiten zurück, wo die dahin gehörigen Thatsachen

Erkenntniß und Benennung der chemischen Verwandtschaft.

noch nicht unter Einem Gesichtspunkte betrachtet wurden, wo sich nur hin und wieder eine zufällige Erörterung eines Umstandes findet, die uns über die Ansichten, welche man früher hinsichtlich dieser Kraft hegte, Aufschluß giebt.

Halten wir vorerst nicht an dem Namen Affinität oder Verwandtschaft fest, sondern betrachten wir überhaupt: wie entwickelten sich die Ansichten über die Kraft, durch welche aus zwei verschiedenartigen Körpern, den Bestandtheilen, eine Verbindung, ein in seinen Eigenschaften von beiden Bestandtheilen verschiedenes homogenes Ganze, gebildet wird?

Die älteste Ansicht, die wir hierüber kennen, und die lange Zeit ihren Einfluß auf die Beantwortung dieser Frage geltend machte, war die, daß wenn zwei Körper sich mit einander vereinigen können, in ihnen Ein gemeinsames Princip enthalten sein muß. Es sprach diese Ansicht schon Hippocrates aus, dessen Leben in das fünfte Jahrhundert vor dem Beginn unserer Zeitrechnung fällt, wenn er als Grundsatz lehrte, Gleiches vereinige sich nur mit Gleichem, und die folgenden Autoritäten im Laufe vieler Jahrhunderte stimmen in dieser Grundansicht über die Ursache, weßhalb Körper unter einander Verbindungen eingehen, mit ihm überein.

Einführung des Namens Verwandtschaft.

Aus dieser Ansicht, aus der Annahme, daß Körpern, die im Stande sind, sich mit einander zu vereinigen, deßhalb auch ein gemeinsamer Bestandtheil inwohnen müsse, rührt denn auch die Bezeichnung Verwandtschaft her. Körper, welche die Fähigkeit haben, mit einander Verbindungen einzugehen, nannte man verwandt; unter dem Bande der Verwandtschaft, dem gemeinsamen Blute, was sie verwandt macht, verstand man das gemeinsame Princip, welches man in ihnen voraussetzte, die Bedingung der Möglichkeit, sich zu einer Verbindung zu vereinigen.

Diese Bezeichnung Affinität, Verwandtschaft für das Vermögen, mit einander in Verbindung zu treten, ist nicht so neu, als man gewöhnlich angiebt. Man hört häufig die Ansicht aussprechen, daß erst mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts dieser wissenschaftliche Ausdruck in die Chemie eingeführt worden sei, daß er zuerst von dem Utrechter Professor J. C. Barchusen [1]) gebraucht worden sei, der in einem zu

[1]) Johann Conrad Barchusen war geboren zu Horn in der Grafschaft Lippe 1666; 1698 wurde er Professor der Medicin und Chemie zu Utrecht, und starb hier 1732.

Leyden 1696 erschienenen und später mehrmals wieder aufgelegten Werke, Pyrosophia succincta, Jatrochymiam, rem metallicam et chrysopoeiam breviter pervestigans, dieses Wort gebraucht hat, indem er da, wo er von der Schwierigkeit spricht, gewisse Stoffe durch die Chemie vollständig von einander abzuscheiden, äußert: arctam enim atque reciprocam interse habent affinitatem. Mit diesem Satz soll, der gewöhnlichen Annahme zufolge, der Begriff und Name Affinität in die Wissenschaft eingebürgert worden sein. Einführung des Namens Verwandtschaft.

Es ist offenbar von wenig Interesse, ob einige Jahre früher oder später der Ausdruck Affinität im chemischen Sinne zuerst gebraucht worden ist; will man indeß dafür ein bestimmtes Jahr gern angeben, so muß man etwas genauer zu Werke gehen. Der Ausdruck Affinität im chemischen Sinne findet sich schon lange vor Barchusen, zwar nicht gewöhnlich, aber auch gerade nicht selten gebraucht, und was das Merkwürdigste ist, im Anfange weit mehr dem entsprechend, wie wir ihn jetzt anwenden, als später, namentlich als zu Barchusen's Zeit. Es wäre verdienstlos, die alten Schriften mit besonderer Aufmerksamkeit auf das Wort Affinität durchzustudiren, und ich kann hier nur mittheilen, was gelegentlich bei dem Durchlesen solcher Werke sich ergiebt. Interessant ist es, daß bereits Albertus Magnus, der 400 Jahre vor Barchusen lebte, sich des Ausdrucks Affinität bediente. Sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, sagt er in seinem Buche de rebus metallicis (das bereits 1518 gedruckt wurde), bei Gelegenheit, wo er davon spricht, daß Schwefel sich mit allen Metallen, nur mit dem Golde nicht, vereinigen lasse, wenn man ihn auf die schmelzenden Metalle werfe. Bei den nachfolgenden Chemikern finden wir gleichfalls das Wort affinitas noch vor 1696 hin und wieder ganz im chemischen Sinne gebraucht, wenngleich auch noch öfter der auszudrückende Sinn durch eine Umschreibung gegeben wird. So umschreibt z. B. Glauber in seinem 1648 gedruckten Buche: novi furni philosophici, wo er von der Affinität der Kieselsäure zum Kali spricht, in der Art, daß er sagt: »denn Sand und seines Gleichen mit sale tartari eine große Gemeinschaft haben und sich zusammen sehr lieben, also daß keins von dem andern gern will weichen«, aber Sylvius de le Boë braucht schon in einer 1659 erschienenen Dissertation, wo von der Ausscheidung eines Metalls aus seiner Auflösung in Säuren durch ein anderes Metall die Rede ist, ohne Umschreibung den Ausdruck: quoties aliud metallum prae-

Einführung des Namens Verwandtschaft.

dicto acido magis affine additur solutioni. Ebenso drückt sich Boyle in seinem 1661 erschienenen Chymista scepticus aus, wo er von der Wirkung der Salzsäure und des flüchtigen Laugensalzes auf einander spricht: quae duo sibi invicem valde sunt affinia, und auch bei R. Hooke, der in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts schrieb, findet sich schon der Ausdruck affinitas chemica. Wir sehen also schon lange vor 1700, und bis dahin, die Bezeichnungen affinitas und affine in dem chemischen Sinne gebraucht, wie von Barchusen. — Auf die Art, wie man sich hinsichtlich dieser Kraft sonst noch durch Worte verständlich zu machen suchte, werde ich noch mehrfach Gelegenheit haben, zurückzukommen, und dafür charakteristische Stellen anzuführen, namentlich wo ich über das Historische von der Wahlverwandtschaft und der Ursache der Verwandtschaft zu berichten habe.

Begriffsbestimmung der Verwandtschaft.

Bis hierher steht fast immer der Gebrauch des Wortes Affinität in Uebereinstimmung mit dem, was im Anfange dieses Abschnittes über seinen Ursprung gesagt wurde; der Ausdruck wird nämlich in der Voraussetzung gebraucht, daß die Stoffe, welchen man Affinität zu einander zuschreibt, etwas Gemeinsames enthalten. So ist die Sprachweise des Albertus Magnus: sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, offenbar aus der von allen Chemikern seiner Zeit angenommenen Ansicht hervorgegangen, daß in den reinen Metallen Schwefel enthalten sei, wonach also die Verwandtschaft des gemeinen Schwefels zu den Metallen auf einem gemeinsamen Gehalte an (hypothetischem) reinem Schwefel beruht. In ganz ähnlichem Sinne braucht Barchusen und seine Zeitgenossen den Ausdruck Affinität; Becher, in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, hatte als einen der wichtigsten chemischen Grundsätze aufgestellt, daß die Möglichkeit der Vereinigung zweier Stoffe nur auf dem Gehalt beider an einem gemeinschaftlichen Princip beruhe, und bei ihm bedeutet affinis und affinitas stets, was wir jetzt etwa durch analog und Analogie ausdrücken. Es ist hiernach zu jener Zeit dem Begriff Affinität ganz der entgegengesetzte Sinn untergelegt, als welchen wir jetzt damit verbinden. Im 17. Jahrhundert bedeutete noch Verwandtschaft eine Aehnlichkeit, eine Vergleichbarkeit in chemischer Beziehung; zwei Stoffe galten für um so verwandter, je mehr man in ihnen gemeinsames Princip voraussetzte, für je chemisch ähnlicher man sie also hielt, während wir jetzt zwei Stoffen eine um so größere Verwandtschaft zu einander beilegen, eine je größere chemische Unähnlichkeit, ein je entgegengesetzteres chemisches Verhalten wir an ihnen wahrnehmen.

Diese Aenderung in dem Begriff der chemischen Verwandtschaft beginnt etwa mit dem 18. Jahrhundert, und zwar war es hauptsächlich Boerhave, welcher sie vermittelte. In seinem 1732 erschienenen Werke, Elementa Chemiae, findet sich das Wort affinitas, wenn auch nicht als das gewöhnliche, doch öfters gebraucht. Er legt hier namentlich den Lösungsmitteln Affinität bei in Bezug auf die aufzulösenden Stoffe, aber auch das Zusammentreten gleichartiger Körpertheilchen betrachtet er noch als auf Affinität beruhend. Wo er z. B. auf eine nähere Betrachtung der Wirkung der Lösungsmittel auf die zu lösenden Körper, der Wirkung der Verwandtschaft also, eingeht, sagt er: Causa certa requiritur, quae efficit, ut particulae dissolventis a se mutuo recedentes potius petant illas materiae dissolvendae particulas, quam ut in antiqua statione maneant. An non similis ratio exigitur, cum particulae solvendi, jam divulsae per virtutem solventis, sicque jam separatae, potius maneant nunc unitae illis menstrui partibus, per quas solutio facta fuit, quam ut iterum post solutionem peractam, particulae solventes, et solutae, denuo se affinitate suae naturae colligant in corpora homogenea. Boerhave meint aber unter Lösungsmitteln nicht ganz das, was wir jetzt im eigentlichen Sinne des Wortes darunter verstehen; er nennt Lösungsmittel meist solche Stoffe, welche die aufzulösenden Körper chemisch verändern, so z. B. sind ihm Säuren in Bezug auf Metalle Lösungsmittel, menstrua, und den Säuren legt er Verwandtschaft zu den Metallen bei. Diese Körper sind aber offenbar unter einander verschieden, sie haben nichts Gemeinsames, und Boerhave sucht auch geradezu durchzuführen, Verwandtschaft sei auch das Bestreben unähnlicher Körper, sich zu verbinden; ganz im Gegensatz zu der Meinung der vorhergehenden Jahrhunderte, daß Verwandtschaft ausschließlich das Bestreben ähnlicher Körper nach Vereinigung sei. Der Uebergang in der Bedeutung des Wortes Verwandtschaft beruhte also großentheils in der Unbestimmtheit, welche man zu jener Zeit mit dem Worte Lösungsmittel verband. Wenn die Chemiker des 17. Jahrhunderts sagten, Zinn, Silber ꝛc. lösten sich in Quecksilber, Harze in Oelen, weil diese Stoffe verwandt sein müßten, da die ersteren die gemeinsame Eigenschaft des metallischen Zustandes, die letzteren z. B. die des Verbrennlichseins hätten, so verstanden sie unter Lösen etwas Anderes, als wenn Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts die Löslichkeit des Eisens in Salpetersäure gleichfalls auf Rechnung der Verwandtschaft zwischen beiden Körpern setzte. —

Begriffsbestimmung der Verwandtschaft.

Begriffsbestimmung der Verwandtschaft.

Der Umstand, daß Boerhave's Schriften so sehr verbreitet wurden und fast allgemein die Grundlage des chemischen Studiums waren, trug ohne Zweifel viel dazu bei, dem Worte Affinität die ihm von diesem Chemiker, im Gegensatz zu der früheren Ansicht, untergelegte Bedeutung zu erhalten, wie wir denn jetzt noch es in Boerhave's Sinn nehmen, als die Kraft, welche chemisch verschiedene Körper in Verbindungen zusammenhält.

Von Boerhave's Zeit an wurde auch erst der Ausdruck Affinität oder Verwandtschaft in der Wissenschaft allgemein angewandt. Im Anfange des 18. Jahrhunderts erhoben sich noch Viele, namentlich die Physiker jener Zeit, gegen diesen Ausdruck, indem sie in dem Gebrauche desselben die Anerkennung einer neuen vis occulta fürchteten. In Frankreich besonders waltete zu dieser Zeit Abneigung gegen den Ausdruck Affinität vor, und St. F. Geoffroy, um diese Zeit (1718 und später) eine der bedeutendsten Autoritäten, was chemische Verwandtschaft angeht, vermied den Gebrauch desselben; statt zu sagen: zwei vereinigte Stoffe werden zersetzt, wenn ein dritter dazu kommt, der zu einem der beiden vorigen mehr Verwandtschaft hat, als diese unter sich, drückt er sich aus: wenn er zu einem derselben mehr rapport hat. Von 1730 an etwa ist übrigens die Bezeichnung Affinität oder Verwandtschaft die bei weitem gebräuchlichste, und selbst Bergman's Autorität konnte am Ende des 18. Jahrhunderts die Chemiker nicht bestimmen, diesen nun gewohnt gewordenen Ausdruck aufzugeben, und den von ihm dafür angewandten, bereits von Newton gebrauchten, Anziehung, Attraction, anzunehmen.

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft.

Um die allmälige Ausbildung der Erkenntniß der Verwandtschafts- erscheinungen einzusehen, haben wir zunächst darauf vorzugsweise Bedacht zu nehmen, wie die Erfahrungen über die verschiedene Stärke der Verwandtschaft sich entwickelten, und wie man diese zu erklären suchte; da Erfahrungen in dieser Beziehung die ersten waren, aus welchen eine wissenschaftliche Behandlung der Affinitätslehre hervorging. Was die anderen Wirkungen der Verwandtschaft angeht, so werde ich unten, namentlich bei der Betrachtung der Ansichten über die chemische Verbindung, das dahin Gehörige mittheilen.

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft.

Wir wollen die Entwickelung der Kenntnisse über die verschiedene Stärke der Verwandtschaft unter zwei abgesonderten Gesichtspunkten abhandeln. Zuerst wollen wir die empirischen Erfahrungen, die man im Laufe der Zeit darüber machte, verfolgen, während eines Zeitabschnittes, wo entweder noch gar keine Theorie darüber bestand, oder wo die aufgestellten theoretischen Ansichten doch nur von untergeordnetem Einflüsse auf die Untersuchungen waren. Bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts sind die Bemühungen der Naturforscher, die Verwandtschaftserscheinungen zu erkennen, vorzugsweise auf das Empirische gerichtet; nach dieser Zeit tritt die theoretische Behandlung weit einflußreicher hervor, und wir wollen abgesondert die bis dahin aufgestellten Theorien durchgehen und daran die Betrachtung der weiteren Fortschritte der Affinitätslehre knüpfen.

Da die ganze Chemie auf Verwandtschaftserscheinungen beruht, so mußten natürlich gleich mit den ersten chemischen Operationen Vorgänge bekannt werden, welchen die verschiedene Größe der Verwandtschaft verschiedener Stoffe zu einem dritten zu Grunde lag. Aber erst spät fing man an, die Umstände genauer festzusetzen, wann eine Zersetzung, wann eine

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft.

Abscheidung erfolgt. Davon, zu welcher Zeit zuerst Erscheinungen, die auf der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft beruhen, beobachtet wurden, kann hier nicht die Rede sein; die ersten metallurgischen Beschäftigungen kann man als die ersten künstlicheren Operationen ansehen, wo die verschiedene Stärke der Affinität praktisch genutzt wurde; aber hinsichtlich des Vorganges bei diesen Operationen wurde lange Zeit in keiner Weise nach theoretischer Erklärung gestrebt, lange findet man nicht einmal eine Bezeichnung der Ursache der dahin gehörigen Erscheinungen versucht. Bei den vielen Experimenten, welche auf den Wirkungen der verschieden großen Affinität beruhen, wurden vor dem 17. Jahrhundert stets nur die Resultate als Facta angegeben, ohne irgend ein Bestreben, den vorgegangenen Proceß zu erläutern. — Als eine der ältesten Operationen, die auf einer einfachen Wahlverwandtschaft beruhen, muß die Methode des Dioscorides (der in dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung lebte) genannt werden, das Quecksilber aus dem Zinnober durch Erhitzen mit metallischem Eisen abzuscheiden. Geber im 8. Jahrhundert stellte viele Experimente an, die auf der Wirkung der Wahlverwandtschaft beruhen, gleichfalls ohne diese Kraft irgendwie zu bezeichnen. Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert hat in seinen »Handgriffen« eine Stelle, wo er alle ihm bekannten Fällungen zusammengetragen zu haben scheint, und da die meisten von diesen auf Wirkungen der Wahlverwandtschaft beruhen, so theile ich sie hier mit: »Vitriol schlägt nieder Mercurium vivum, und Sal Tartari das ☉, ♀ und gemein Salz das ☽, ♂ die ♀, eine Lauge von Büchenaschen den Vitriol, Essig den gemeinen Schwefel, ♂ tartarum, und Salpeter den Antimonium.« Hier ist alles mögliche Ungleichartige zusammen unter dem gemeinsamen Namen des Niederschlagens begriffen, einem Ausdrucke, der später vorzugsweise für Erscheinungen, die auf Wahlverwandtschaften beruhen, angewandt wurde. — Angelus Sala im Anfange des 17. Jahrhunderts wußte, daß die Schwefelsäure aus dem Salpeter Scheidewasser austreibt. — So waren eine Menge Erscheinungen bekannt, welche auf der Verwandtschaft beruhen; die Erklärung indeß konnte kaum eher gegeben werden, bevor der Begriff einer chemischen Verbindung festgestellt war. Zu den Thatsachen, die besonders dahin gehören und bald allgemeiner bekannt wurden, gehört namentlich die Fällung eines Metalls aus seiner Auflösung durch ein anderes; die dahin bezüglichen Nachrichten werde ich unten, wo die Metallfällungen ausführlicher erörtert werden sollen,

Aelteste Wahrnehmungen darüber.

mittheilen. Aber nirgends findet sich vor der Mitte des 17. Jahrhunderts eine Andeutung der Ursache dieser Erscheinungen.

Erkenntniß der einfachen Wahlverwandtschaft.

Glauber spricht zuerst bestimmt davon, daß ein Körper nicht gleiche Neigung habe, sich mit jedem beliebigen andern zu verbinden. Er weiß, daß hier eine Verschiedenheit stattfindet, daß das Bestreben eines Stoffes, sich mit einem andern zu vereinigen, verschieden ist, je nach der Natur des letzteren; daß ein Körper eine Verbindung zerlegen kann, weil er zu einem der Bestandtheile eine größere Verwandtschaft hat, als die Bestandtheile unter sich. Er drückt sich in dieser Beziehung, ohne übrigens sich der Bezeichnung Verwandtschaft je zu bedienen, sehr bestimmt und richtig aus. Sehen wir zuerst, wie seine Ansichten hinsichtlich solcher Erscheinungen sind, die auf einfacher Wahlverwandtschaft beruhen. Glauber weiß, daß Kali, Kalk oder Zinkoxyd in der Hitze aus dem Salmiak das Ammoniak austreibt, und äußert sich in seinem 1648 publicirten Buche novi furni philosophici in folgender Art über die Gewinnung des flüchtigen Laugensalzes. Er sagt, man könne zur Abscheidung des Ammoniaks aus dem Salmiak sich nicht jeder beliebigen Erde bedienen, sondern nur eines der eben angegebenen Stoffe; andere Körper, Bolus, Ziegelerde, Sand z. B. verhielten sich kraftlos, und die Wirkung der vorgeschriebenen Materien beruhe darauf, »weilen der Galmei« (wie auch Kali und Kalk) »solcher Natur ist, daß er große Gemeinschaft mit allen acidis hat, dieselben sehr liebet und auch von ihnen geliebt wird; also henket sich das sal acidum« (die Salzsäure) »in der Wärme an denselben, verbindet sich damit, dadurch das sal volatile« (das Ammoniak) »ledig gemacht und zu einem subtilen spiritu distilliret wird.« Auch bei complicirteren Erscheinungen weiset er nach, wie Fällungen durch Aufhebung früher bestandener und Bildung neuer Verbindungen vor sich gehen. In dem angeführten Werke erklärt er, wie durch Vermischen von Goldsolution und Kieselfeuchtigkeit ein Niederschlag von Kieselerde und Gold(oxyd) entsteht. »Das aqua regis hat durch seine Acidität das sal tartari getödtet und kraftlos gemacht, daß es sein angenommen Kießling oder Sand« (die aufgelöste Kieselerde) »hat müssen fallen lassen; hingegen hat auch das sal tartari bei dem liquore silicum die Schärfe des aquae regis zunichte gemacht, daß es sein angenommenes Gold nicht länger hat halten können; dadurch also zugleich das Gold und Kießling von ihrem solvente erlediget sein.«

Zunahme der Kenntnisse über die einfache Wahlverwandtschaft.

Diese Erklärungsweisen von Glauber sind sehr genügend; von seiner Zeit an finden wir überhaupt die Ansicht mehr angenommen und ausgesprochen, daß irgend ein Stoff sich lieber mit einem gewissen, als mit einem andern verbindet, daß er mit dem letzteren verbunden aus der Verbindung ausscheidet, um sich mit dem ersteren zu vereinigen. Es zeigt dies z. B. die schon oben angeführte Stelle Sylvius de le Boë's vom Jahre 1659, wonach dieser jedesmal eine Ausscheidung eines Metalls aus seiner Auflösung in einer Säure annimmt, quoties aliud metallum praedicto acido magis affine additur solutioni. Vorzüglich berichtigte Ansichten in dieser Beziehung finden sich bei Boyle, und die verschiedenen Grade der Verwandtschaft hatte er in vielen Fällen genau beobachtet und richtig angegeben. So, um nur einige Belege anzuführen, weiß er, daß Kali das Ammoniak aus seinen Verbindungen austreibt, und dies findet nach ihm (Memoirs for the natural history of human blood, 1684) deßhalb statt, weil die Säure zu dem fixen Laugensalz mehr Verwandtschaft hat, als zu dem flüchtigen (being more congruous to the fixed salt than to the volatile). Ebenso weiß er, daß die ätzenden Alkalien die stärkste Affinität haben gegen starke Säuren, und daß, was in den ersteren aufgelöst ist, durch letztere daraus gefällt werden kann, er erklärt so das Ausfällen der Schwefelmilch aus der Schwefelleberlösung. Noch mehr hierher Gehöriges von Boyle will ich verschieben bis dahin, wo von den Bestrebungen die Rede ist, die Ursache der Verwandtschaft zu bestimmen; das eben Mitgetheilte reicht indeß schon hin, um einzusehen, wie klar und richtig Boyle die Affinitätsphänomene aufgefaßt hat. Seine Beobachtungen über die charakteristische, sich unter allen Umständen äußernde, Verwandtschaft, welche gewisse Stoffe zu gewissen anderen zeigen, und wodurch sich diese gegenseitig erkennen lassen, gehören mehr dem Bericht über die Ausbildung der analytischen Chemie an.

Immer mehr erweiterte sich gegen das Ende des 17. Jahrhunderts die Kenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft einzelner Substanzen zu einander. So erklärte schon der Engländer Mayow, der 1679 starb, daß allgemein die Laugensalze größere Neigung, sich mit den Säuren zu verbinden, haben, als irgend eins der Metalle; die verschiedene Stärke in der Verwandtschaft der Säuren zu den Alkalien und Metallen untersuchte Stahl im Anfange des 18. Jahrhunderts, und fand, daß unter allen Säuren die Schwefelsäure, dann die Salpetersäure, die mächtigsten

seien, welche alle anderen Säuren aus ihren Verbindungen austreiben; und viele andere einzelne Beobachtungen wurden gemacht, welche die Kenntniß der Abstufungen in der Verwandtschaft der verschiedenen Materien zu einander erweiterten.

Aufstellung der Verwandtschaftstafeln.

Ganz besonders wurde die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diesen Gegenstand gerichtet, als man anfing, in Tafeln die Reihenfolge auszudrücken, in welcher die Verwandtschaft verschiedener Stoffe zu einem und demselben Körper ab- oder zunimmt; diese Verwandtschaftstafeln wurden hauptsächlich durch St. F. Geoffroy, von 1718 an, in die Wissenschaft eingeführt, wo sie lange Zeit ein großes Ansehen behaupteten.

Schon Boyle hatte 1675 darauf aufmerksam gemacht, daß Kupfer, welches Silber aus seinen Auflösungen fällt, seinerseits wieder durch Zink oder Eisen aus seinen Lösungen abgeschieden werden kann; es war damit eine Reihenfolge in der Anziehung der Säuren zu diesen verschiedenen Metallen gegeben. Vollständiger noch hatte Glauber schon 1648 die Reihenfolge angegeben, in welcher die verschiedenen Metalle sich an Neigung übertreffen, mit dem Quecksilber in Vereinigung zu treten. »Wenn in einer Erde Gold, Silber, Kupfer und Eisen wären,« sagt er, »so würde der Mercur erstlich nur das Gold allein zu sich nehmen, hernach das Silber, dann das Kupfer, zuletzt das Eisen ganz ungern, wegen seiner Unreinigkeit; Zinn und Blei zwar auch gern, am allerliebsten aber das Gold.« — Stahl hatte schon im Anfange des 18. Jahrhunderts verschiedene solcher Verwandtschaftsreihen ziemlich vollständig durch Versuche bestimmt; so z. B. die des Schwefels in Bezug auf die Metalle, indem er zusammenstellte, daß der Schwefel durch Antimon vom Quecksilber, durch Blei vom Silber, durch Kupfer vom Blei, durch Eisen vom Kupfer abgeschieden werde; ebenso die der verschiedenen Metalle zu Säuren im Allgemeinen, wo er als die Reihenfolge, in welcher die Anziehung der Metalle zu den Säuren abnimmt, folgende angab: Zink (wird, wie er sich ausdrückt, am leichtesten von scharfen Salzen angegriffen, nächst ihm das) Eisen, Kupfer, Blei und Zinn, Quecksilber, Silber. Für die Verwandtschaft der Säuren zu Alkali gab er an, daß Vitriolöl die Salpetersäure, Salpetersäure die Salzsäure austreibt. — Ganz im Geist jener Zeit also lag es, die Verwandtschaften der Körper unter einander allgemein in Form von Reihen darzustellen, und in St. F. Geoffroy's Tabellen findet sich dies auf eine für die damalige Zeit sehr vollständige und erschöpfende Art ausgeführt.

Geoffroy's Verwandtschaftstafeln.

St. F. Geoffroy publicirte zuerst 1718 in den Denkschriften der Pariser Akademie Verwandtschaftstafeln, in einer Einrichtung, welche lange Zeit unverändert beibehalten wurde. Er sprach damals zuerst auch den Satz der einfachen Wahlverwandtschaft aus: toutes les fois, que deux substances, qui ont quelque disposition à se joindre l'une avec l'autre, se trouvent unies ensemble; s'il en survient une troisième, qui ait plus de rapport avec l'une des deux, elle s'y unit en faisant lacher prise à l'autre. Die von ihm zugleich mitgetheilten Verwandtschaftstafeln dienten als Beispiele und Belege zu diesem Satze. Jede Tafel bestand aus einer Columne, welche überschrieben war mit dem Namen irgend eines Stoffes. In der Columne selbst waren die Körper, welche zu diesem Stoffe Verwandtschaft haben, in der Reihenfolge angeführt, wie ihre Verwandtschaft zu ihm abnimmt, so daß also immer ein später genannter Stoff dem in der Aufschrift genannten weniger verwandt ist, als ein früher genannter, und daß jede Verbindung, bestehend aus dem in der Aufschrift genannten Körper und einem in der Columne genannten, zersetzt wird durch jeden dem letzteren in der Reihenfolge der Columne vorhergehenden. Von den sechszehn Verwandtschaftstafeln, welche Geoffroy 1718 unter der Bezeichnung tables des rapports bekannt machte, will ich folgende als die interessantesten hier einrücken.

Säuren im Allgemeinen.	Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Salzsäure.	Schwefel.
Fixes Alkali	Oelichtes Princip [1]	Eisen	Zinn	Fixes Alkali
Flüchtiges Alkali	Fixes Alkali	Kupfer	Antimon	Eisen
Absorbirende Erden	Flüchtiges Alkali	Blei	Kupfer	Kupfer
Metalle	Absorbirende Erden	Quecksilber	Silber	Blei
	Eisen	Silber	Quecksilber	Silber
	Kupfer		Gold	Antimon
	Silber			Quecksilber
				Gold

[1] Unter ölichtem Princip (principe huileux) versteht Geoffroy das Phlogiston.

Geoffroy's Verwandtschaftstafeln.

Fixes Alkali.	Flüchtiges Alkali.	Absorbirende Erden.	Metalle.	Quecksilber.
Schwefelsäure	Schwefelsäure	Schwefelsäure	Salzsäure	Gold
Salpetersäure	Salpetersäure	Salpetersäure	Schwefelsäure	Silber
Salzsäure	Salzsäure	Salzsäure	Salpetersäure	Blei
Essig			Schwefel	Kupfer
Schwefel				Zink
				Antimon

Diese Art, die verschiedene Stärke der Affinität verschiedener Stoffe zu Einem bestimmten auszudrücken, wurde bald sehr beliebt. Die ursprünglichen Tafeln St. F. Geoffroy's wurden bald verbessert und erweitert, durch ihn selbst schon 1720, und bald wurden in Frankreich und Deutschland unzählige Berichtigungen und Erweiterungen versucht. Besonderes Ansehen unter der großen Menge von Verwandtschaftstafeln, die im Laufe des 18. Jahrhunderts erschienen, genossen nach denen Geoffroy's in Frankreich die, welche Grosse 1730 herausgab, die von Limburg, welche von der Pariser Akademie 1758 als Preisschrift gekrönt und 1761 publicirt wurden, die von Demachy 1774; in Deutschland die von Gellert 1750, von Marherr 1762, von Wenzel 1777, bis endlich in allen Ländern die von Bergman 1775 publicirten als die vollständigsten und richtigsten allgemein anerkannt wurden. Die Behandlungsweise, welche Bergman auf die Lehre von der Verwandtschaft anwandte, unterschied sich in vieler Beziehung von der seiner Vorgänger; seine Untersuchung umfaßte viel mehr alle einzelnen Umstände, von welchen die Art des Erfolgs, von welchen die Wirkungen der Verwandtschaftskraft abhängen; namentlich beachtete er genauer, als dies je vor ihm geschehen war, den Einfluß der Wärme auf die Verwandtschaft, und gerade dies war es, was seine Arbeiten über die Affinität von allen früheren unterscheidet. Bevor wir die Verwandtschaftstafeln von Bergman selbst näher betrachten, wollen wir untersuchen, wie sich die Kenntnisse über die Abänderung der Verwandtschaftsgröße durch die Wärme allmälig entwickelte.

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

Die Verwandtschaftsreihe verschiedener Körper zu Einem bestimmten zu untersuchen, erfordert eine Reihe von Beobachtungen, welche, unter denselben Umständen angestellt, vergleichbare Resultate geben. Die Körper, deren Verwandtschaft zu einander untersucht, oder deren verschieden große Ver-

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

wandtschaft zu einem dritten verglichen werden soll, müssen in Zuständen mit einander in Berührung gebracht werden, wo sich ihre chemischen Wirkungen ungehindert äußern können; man muß sie allgemein im flüssigen Zustande auf einander einwirken lassen. Es kann dies geschehen durch Auflösen oder durch Schmelzen; im ersteren Falle werden Verwandtschaftserscheinungen bei gewöhnlicher, oder doch davon nur wenig abweichender, Temperatur beobachtet, im letzteren bei erhöhter. Um die ersten Verwandtschaftstafeln zu construiren, wurden beide Wege angewandt; die Verwandtschaftsreihe der Säuren zu den Alkalien, Erden oder Metallen bestimmte St. F. Geoffroy, indem er diese Körper in Auflösungen zusammenbrachte (also für gewöhnliche Temperatur); die Verwandtschaftsreihe des Schwefels zu den Metallen, indem er in der Hitze Metalle auf Schwefelmetalle einwirken ließ, und die dabei eintretenden Zersetzungen beobachtete (wo er Resultate für sehr erhöhte Temperatur erhielt). Die auf so verschiedenen Wegen gewonnenen Resultate hielt man für vergleichbar, weil man zu jener Zeit nur selten versucht hatte, dieselben Stoffe bei sehr verschiedenen Temperaturen auf einander einwirken zu lassen, und zu sehen, ob deßungeachtet derselbe Erfolg eintrete. Man vernachlässigte ganz, daß die verschiedenen Verwandtschaftsreihen unter sehr verschiedenen Umständen erhaltene Resultate waren; man vernachlässigte zu untersuchen, ob jede Verwandtschaftsreihe bei jeder Temperatur dieselbe ist.

Beobachtungen, aus welchen ein Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Affinitätsgröße hervorging, waren indeß schon früher bekannt. Daß namentlich die Wärme einen entschiedenen Einfluß auf die Aeußerung der Verwandtschaft ausübt, daß viele chemische Wirkungen, welche Folge von Verwandtschaft sind, erst bei erhöhter Temperatur eintreten, war so lange bekannt, als irgend chemische Operationen angestellt worden waren. Aber auch in der Beziehung, daß die Wärme nicht allein die Verwandtschaftsäußerungen hervorrufend, sondern auch die Stärke der Verwandtschaften in verschiedenem Grade bedingend wirkt, waren, wenn auch später, doch verhältnißmäßig schon früh, Erfahrungen gemacht, allein man schenkte ihnen keine Aufmerksamkeit, wenigstens zog man aus ihnen nicht die Folgerung, daß jede Verwandtschaftsreihe nur für Eine Temperatur richtig ist. — Schon Stahl, der überhaupt die Verwandtschaftserscheinungen richtiger beobachtete, als alle seine Vorgänger und die meisten seiner unmittelbaren Nachfolger, hatte den Einfluß der Temperatur auf den Erfolg chemischer

Zersetzungen wohl bemerkt; er hatte beobachtet, daß die Verwandtschaftserscheinungen bei niederer Temperatur manchmal gerade den bei höheren Wärmegraden eintretenden entgegengesetzt sind. So beschreibt er z. B. genau, wie in der Kälte das Kalomel durch Silber zerlegt wird, während in der Hitze das Hornsilber durch Quecksilber zerlegt wird. In seiner Schrift »Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweis von den Salzen, daß sie aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen«, welche 1738 publicirt wurde, läßt er sich darüber folgendermaßen aus: »Wenn man mercurium sublimatum dulcem in eine solutionem argenti legt, so fällt das Silber als eine cornua zu Boden, das aqua fort aber greift dagegen das Quecksilber an. — — Nun nehme ich frisches laufendes Quecksilber — —; dieses mische ich unter jene lunam cornuam und gebe ihm gebührlich Feuer; so steigt mir wieder ein mercurius dulcis auf, wie er zuerst dazu gebraucht gewesen. Nun hatte gleichwohl in der ersten Arbeit das Silber von dem mercurio dulci sein Salzwesen« (die Säure) »übernommen, — — wenn aber eine kleine anderweitige Vorbereitung« (die Wärme) »dazwischen kommt, so kehrt sich das ganze Blatt um, und das Silber wirft ihm das vorher angehängte acidum salis wieder auf den Leib, so gar, daß er sich wieder damit auf und davon packen muß.« Solche Erfahrungen, die bald sich vervielfältigten, ließen einsehen, daß die auf der verschieden großen Verwandtschaft der Körper unter einander beruhenden Zersetzungen von der Temperatur abhängig sind, daß bei verschiedenen Temperaturen die Zersetzungserscheinungen bei denselben Körpern geradezu entgegengesetzt sein können. Der französische Chemiker Baumé schlug deßhalb um 1773 vor, die Verwandtschaftsreihe auf nassem Wege von der auf trocknem Wege zu unterscheiden, unter ersterer die zu verstehen, welche Körper in wässerigen Auflösungen zeigen, also die für mittlere Temperatur gültigen, unter letzterer die, welche geschmolzene Körper zu erkennen geben. Es wurden hiernach für jeden Stoff zwei Verwandtschaftstafeln nöthig, eine für das Verhalten der anderen Körper zu diesem Stoffe für die Operationen auf nassem Wege, eine andere für die Operationen auf trocknem Wege. Die Zahl der nöthigen Versuche, um Verwandtschaftstafeln zu construiren, wurde hiernach bedeutend vergrößert, und da zugleich stets die Anzahl der bekannten Körper wuchs, für welche die Verwandtschaftsreihen zu kennen von Interesse war, so mußte der Versuch, gegen das Ende des 18. Jahrhunderts vollständige Verwandtschaftstafeln

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

aufzustellen, eine der großartigsten Bemühungen sein, der sich nur ein äußerst ausdauernder und geschickter Chemiker unterziehen konnte. Einen solchen Versuch, für die damalige Zeit an Wichtigkeit etwa damit vergleichbar, was in unserer Zeit eine vollständige Revision aller Atomgewichte und Formeln sein möchte, unternahm von 1775 an der berühmte schwedische Chemiker Bergman, und das Verdienst der Ausführung wurde durch nichts besser anerkannt, als dadurch, daß bis zum Anfange dieses Jahrhunderts seine Arbeiten, seine Ansichten über Affinität unbestritten die angenommenen blieben.

Bergman's Verwandtschaftstafeln.

Bergman, auf dessen Ansichten ich noch einmal bei der historischen Betrachtung der Theorien über die Ursache der Verwandtschaft zurückkommen werde, ging von dem Satze aus, daß je zwei Körper, seien sie welche sie wollen, eine Anziehung zu einander haben, welche durch eine Zahl ausgedrückt werden kann, daß aber verschiedene Körper zu einem und demselben andern verschieden große Verwandtschaften haben, was sich dadurch äußert, daß der mehr verwandte Körper den weniger verwandten aus der eingegangenen Verbindung ausscheidet. Die Verwandtschaftsgröße in Zahlen ausgedrückt zu bestimmen, gelang Bergman nicht; er gab, wie Geoffroy, nur die Reihe, in welcher die verschiedenen Körper an Verwandtschaft zu einem dritten abnehmen; die Tafeln sind also für jede Säure z. B. so construirt, daß alle Alkalien, Erden und Metalle darunter in der Reihe geordnet sind, wie sie an Verwandtschaft zu der Säure abnehmen, sodaß jedes darin vorkommende Alkali, Erde oder Metall alle folgenden aus ihrer Verbindung mit der Säure abscheidet, selbst aber durch jedes vorhergehende aus seiner Verbindung mit der Säure abgeschieden wird. Für 59 Stoffe (Säuren und Basen) stellte Bergman vollständige Verwandtschaftstafeln auf; für jeden dieser Stoffe in zwei Columnen, wovon die eine die Verwandtschaftsreihe für niedere Temperaturen angab, für Operationen auf nassem Wege, wo die verschiedenen Stoffe in Auflösungen auf einander wirken, — die andere die Verwandtschaftsreihe für höhere Temperaturen zeigte, wo auf trocknem Wege, durch Erhitzen, operirt wird. Von seinen 59 Verwandtschaftstafeln will ich hier vier mittheilen:

Bergman's Verwandtschaftstafeln.

Schwefelsäure		Salzsäure	
auf nassem Wege	auf trocknem Wege	auf nassem Wege	auf trocknem Wege
Baryterde	Phlogiston	Baryterde	Phlogiston
Kali und Natron	Baryt	Kali und Natron	Baryterde
Ammoniak	Kali	Kalkerde	Kali
Thonerde	Natron	Bittererde	Natron
Zinkoxyd	Kalkerde	Ammoniak	Kalkerde
Eisenoxyd	Bittererde	Thonerde	Bittererde
Bleioxyd	Metalloxyde	Zinkoxyd	Metalloxyde
Kupferoxyd	Ammoniak	Eisenoxyd	Ammoniak
Quecksilberoxyd	Thonerde	Bleioxyd	Thonerde
Silberoxyd		Kupferoxyd	
		Wismuthoxyd	
		Quecksilberoxyd	
		Silberoxyd	

Kali		Schwefel	
auf nassem Wege	auf trocknem Wege	auf nassem Wege	auf trocknem Wege
Schwefelsäure	Phosphorsäure	Blei	Kali und Natron
Salpetersäure	Boraxsäure	Zinn	Eisen
Salzsäure	Arseniksäure	Silber	Kupfer
Phosphorsäure	Schwefelsäure	Quecksilber	Zinn
Arseniksäure	Salpetersäure	Eisen	Blei
Essigsäure	Salzsäure	Kali und Natron	Silber
Boraxsäure	Essigsäure	Ammoniak	Nickel
schweflige Säure		Kalkerde	Wismuth
Kohlensäure		Oele	Quecksilber
		Aether	

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, in welcher Art Bergman alle einzelnen Vorgänge der Verwandtschaft unter allgemeine Uebersichten zu bringen suchte. Der äußere Ausdruck, wie er die Affinitätserscheinungen darstellte, blieb allgemein angenommen bis an den Anfang unsers Jahrhunderts; in dem letzten Viertel des vorhergehenden war es ebenso wichtig, bei der Untersuchung eines jeden neu entdeckten Stoffes die Verwandtschaftsreihe für denselben zu bestimmen, wie jetzt das Atomgewicht desselben eine unumgänglich nöthige Angabe für die chemische Cha-

rakteristik ist. So z. B. gab Lavoisier 1782 eine Verwandtschaftstafel der Metalle in Bezug auf den Sauerstoff. Die Wichtigkeit solcher Verwandtschaftstafeln wurde erst in Zweifel gezogen, als Berthollet die ganze Lehre von der Affinität einer Revision unterwarf, und Ansichten aufstellte, welche den Bergman'schen geradezu widersprachen. (Vergl. unten die Berthollet'sche Lehre.)

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

Wir haben in dem Vorstehenden die Entwicklung der Kenntnisse über diejenigen Affinitätserscheinungen verfolgt, welche man als Wirkungen der einfachen Wahlverwandtschaft zu bezeichnen pflegt; wir wollen nun dazu übergehen, wie die Phänomene der doppelten Wahlverwandtschaft nach und nach erkannt wurden. Unter diesem Ausdrucke unterschied die Verwandtschaftserscheinungen zuerst Bergman 1775, welcher die Bezeichnungen attractio electiva simplex, duplex und multiplex einführte und erklärte. Doch waren Wirkungen der doppelten Wahlverwandtschaft schon viel früher bekannt und richtig aufgefaßt worden; zuerst auch wieder von Glauber. Wo er in dem öfters angeführten Werke novi furni philosophici (1648) von der Wirkung des Schwefelantimons auf Quecksilbersublimat bei erhöhter Temperatur spricht, zeigt er den Vorgang der Bildung von Zinnober und Antimonbutter folgendermaßen: »Wenn der mercurius sublimatus mit antimonio« (Schwefelantimon) »vermischt die Hitze empfindet, so greifen die spiritus, welche bei dem mercurio sublimato sein, den antimonium lieber an, und lassen also den mercurium wieder fallen, und steigt also ein dick oleum über; der sulphur antimonii aber conjungirt sich mit dem mercurio vivo, und giebt einen Zinnober, welcher im Hals der Retorte bleibt.«

Wir finden also schon bei Glauber vollkommne Einsicht in den Vorgang, der bei Zersetzungen durch doppelte Wahlverwandtschaft stattfindet. Viele einzelne Fälle, die darauf beruhten, wurden bekannt, aber das Complicirtere des Vorgangs verhinderte, über die Erscheinungen der doppelten Wahlverwandtschaft ebenso allgemeine Uebersichten aufzustellen, als es für die der einfachen in den Verwandtschaftstafeln möglich war. Selbst Bergman stellte für diese Fälle keine umfassenderen Uebersichten auf, sondern begnügte sich in seinem Werke über die Verwandtschaft in 64 einzelnen Beispielen die Wirkungen der doppelten Wahlverwandtschaft anzugeben, und den Vorgang in der Art allgemein zu erläutern, daß hier nicht

nur die einzelnen Verwandtschaftsgrößen der verschiedenen Stoffe zu einander zu berücksichtigen seien, sondern die Summe der eine Zersetzung hervorrufenden Affinitäten, verglichen mit der Summe der Verwandtschaftsgrößen, welche den bereits in Verbindung gewesenen Bestandtheilen unter einander zukommt. Erst Guyton de Morveau unternahm es 1786, auch diese Erscheinungen der damals beliebten tabellarischen Form zu unterwerfen. Sein Endzweck dabei war, den Hergang bei solchen Zersetzungen dadurch anschaulich zu machen, daß er für die sich zersetzenden Verbindungen die Größe der Verwandtschaft aller darin enthaltenen Bestandtheile zu einander durch Zahlen ausdrückte, welche empirisch, durch Tatonniren, so gewählt waren, daß die Summe der Verwandtschaften der Bestandtheile in den nach der Zersetzung sich bildenden Verbindungen größer ist, als die Summe der Verwandtschaft der Bestandtheile in den vor der Zersetzung bestanden habenden. Er gab folgende Tabelle für die Affinitätsgröße zwischen den nachbenannten Säuren und Basen.

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

	Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Salzsäure.	Essigsäure.	Kohlensäure.
Baryt	66	62	36	29	14
Kali	62	58	32	26	9
Natron	58	50	28	25	8
Kalk	54	44	20	19	12
Ammoniak . . .	46	38	14	20	4
Bittererde . . .	50	40	16	17	6
Thonerde	40	36	10	15	2

Der Nutzen dieser Tafel, welche ihrem Verfasser wegen der Menge der zu berücksichtigenden Beobachtungen und des unsichern Tastens in der Wahl der Zahlen viele Mühe gekostet haben mag, blieb immer sehr eingeschränkt. Sie konnte höchstens dazu dienen, eine Vorstellung zu geben, in welcher Art die Zersetzungen durch doppelte Wahlverwandtschaft vor sich gehen, ohne daß die Zahlen selbst als Maaß der Affinitäten zu betrachten waren. So z. B. konnte man mittelst der angegebenen Zahlen deutlich machen, weßhalb bei Vermischung von essigsaurem Baryt mit schwefelsaurem Kali eine Zersetzung eintritt, und schwefelsaurer Baryt und essigsaures Kali gebildet wird. Die Summe der Affinitäten, womit die beiden ersteren Salze zusammengehalten werden, ist $29 + 62 = 91$; die Summe der

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

Affinitäten aber, womit sich die beiden letzteren Salze zu bilden suchen, ist 66 + 26 = 92; die Affinitäten, welche die Bildung neuer Verbindungen veranlassen, sind also stärker als die, welche die bisher bestandenen Verbindungen zusammenhalten; es muß also Zersetzung eintreten. — Aber daß die angegebenen Zahlen nicht in jeder Beziehung der Erfahrung entsprechen, vielmehr mit ihr im Widerspruch stehen, ergiebt sich bei einiger Prüfung leicht, und man sah bald ein, daß auf diese Art sich keine allgemeine Uebersicht und Erklärung der bei Erscheinungen der doppelten Wahlverwandtschaften wirksamen Affinitätsgrößen aufstellen läßt.

Wir sehen nun, gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts, die empirische Erkenntniß der Affinitätserscheinungen und die empirische Zusammenstellung derselben unter allgemeineren Formen so weit vorgeschritten, daß wir den Zustand unserer jetzigen Erfahrungen darüber ungezwungen daran anreihen können. Zu dem genannten Zeitpunkt waren also bereits, was Wahlverwandtschaftsphänomene angeht, die verschiedenen Kategorien, unter welche diese zerfallen, erkannt und unterschieden; die von da an gemachten Erfahrungen haben die Zahl der Beispiele vermehrt, ohne zur Aufstellung einer neuen Eintheilung Anlaß gegeben zu haben, wie denn überhaüpt die späteren Untersuchungen über Affinität sich hauptsächlich mit den U r s a c h e n der Affinitätserscheinungen beschäftigt haben und mit der Erforschung der Wirkungen dieser Kraft, was die Gewichtsverhältnisse der vermöge ihrer sich zu chemischen Verbindungen vereinigenden Körper angeht.

Erkenntniß anderer Arten der Verwandtschaft.

Ehe wir zu der Betrachtung übergehen, welche theoretische Ansichten auf die im Vorstehenden angeführten Erfahrungen angewandt wurden, wollen wir noch untersuchen, wann einige andere Verwandtschaftserscheinungen, die als besondere Arten der Affinität unterschieden wurden, zuerst beobachtet und als eigenthümlich erkannt wurden.

Affinitas aggregatorum und mixtionis.

In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts unterschied man eine affinitas aggregatorum von der affinitas mixtionis oder der eigentlichen chemischen Verwandtschaft; unter der ersteren verstand man die Anziehung zwischen den einzelnen (unter sich homogenen) Theilchen desselben Körpers, und die Benennung war somit eine sehr uneigentliche; was die letztere, die affinitas mixtionis angeht, so wurden bei erweiterter Erfahrung bald Fälle bekannt, welche zur genaueren Bezeichnung einzelner Arten derselben hinleiteten.

Schon 1727 unterschied der kursächsische Bergrath J o h. F r i e d r.

Henkel von der Verwandtschaft im Allgemeinen, vermöge deren sich zwei verschiedene Körper zu einem eigenthümlichen Ganzen vereinigen, den speciellen Fall, wo ein Körper A mit einem andern B zwar nicht unmittelbar vereinigt werden kann, aber doch mittelst Beihülfe eines dritten Körpers C, der zu A und B Verwandtschaft hat. Diesen Fall unterschied er als durch eine eigene Art der Verwandtschaft, die affinitas appropriata, hervorgebracht, und schrieb ein eigenes Buch darüber »de appropriatione« (1727); den Körper C nannte er das corpus approprians. Eine solche affinitas appropriata fände z. B. Statt, wenn man Harze, die an und für sich in Wasser unlöslich sind, in starkem (aber doch wasserhaltigem) Weingeist löst. Der Weingeist ist hier das corpus approprians. — Die meisten Beispiele, welche Henkel angiebt, gehören eigentlich nicht hierher; so führt er das Auflösen der Oele oder des Schwefels in Wasser, welches Kali enthält, an, was mir nach unseren jetzigen Begriffen nicht dahin zu passen scheint.

Affinitas appropriata.

Die Unterscheidungen, welche Bergman hinsichtlich der verschiedenen Arten von Verwandtschaft machte, habe ich bereits (Seite 302) erwähnt. Er unterschied 1775 die attractio electiva simplex von der attractio electiva duplex, die einfache und doppelte Wahlverwandtschaft. — Um solche Wahlverwandtschaftserscheinungen zu erklären, bedient man sich noch öfters der Unterscheidung zwischen ruhender und zersetzender Verwandtschaft; diese Eintheilung und Bezeichnung führte Kirwan 1781 ein; er bezeichnete als ruhende Verwandtschaft die Kraft, mit welcher die Bestandtheile einer Verbindung ihrer Trennung widerstehen, als zersetzende oder trennende aber die Kraft, womit ein anderer Körper Einen Bestandtheil dieser Verbindung anzieht und Zersetzung zu bewirken sucht.

Einfache — doppelte Wahlverwandtschaft.

Wichtig ist noch die Art von Verwandtschaft, auf welche Macquer 1778 zuerst aufmerksam machte, nämlich die affinité reciproque, affinitas reciproca, die wechselseitige Wahlverwandtschaft, die sich dann zeigt, wenn zwei Stoffe A und B zu einem dritten C beinahe gleich große Affinität haben, so daß unter nur wenig verschiedenen Umständen, z. B. je nach der Temperatur, bald A von C durch B, bald B von C durch A abgeschieden wird. Fälle, welche man hierher rechnen kann, waren schon länger bekannt, wie aus der Seite 299 angeführten Beobachtung Stahl's über die Verwandtschaft des Silbers und des Quecksilbers zur Salzsäure hervorgeht, aber Macquer hat zuerst auf das Eigenthümliche dieser Verwandtschafts-

Wechselseitige Wahlverwandtschaft.

erscheinungen aufmerksam gemacht, und die von ihm gegebene Bezeichnung ist immer noch im Gebrauch.

Affinitas producta.

Eine Verwandtschaftsart, deren jetzt seltner, aber doch noch manchmal, als einer eigenthümlichen erwähnt wird, ist die affinitas producta, welche im Jahre 1794 von Gren zuerst hervorgehoben wurde. Er nahm sie für den Fall an, wo eine Materie A zu einem zusammengesetzten Körper B C Verwandtschaft hat, ohne daß A mit B oder mit C vereinbar wäre.

Prädisponirende Wahlverwandtschaft.

Noch mehrere andere eigenthümliche Verwandtschaftsarten wurden zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Gelehrten aufgestellt, ohne daß es indeß der Mühe werth wäre, sie sämmtlich hier aufzuzählen. Nur Eine davon, welche noch immer als eigenthümlich anerkannt wird, habe ich noch anzuführen, die prädisponirende Wahlverwandtschaft nämlich. Fourcroy und Vauquelin unterschieden zuerst eine affinité disposante, die nach ihrer Definition dann statthat, wenn ein Körper chemische Action ausübt durch Affinität zu einer Verbindung, die nicht schon gebildet, sondern nur ihren entfernteren Bestandtheilen nach in dem Gemische vorhanden ist. Obgleich zu verschiedenen Zeiten eingewandt wurde, daß ein Körper unmöglich Verwandtschaftskraft auf einen andern noch nicht vorhandenen, erst noch durch diese Verwandtschaftskraft zu bildenden, ausüben könne, so wird doch im Allgemeinen das Statthaben einer prädisponirenden Verwandtschaft von den Chemikern noch angenommen.

Soweit hatte sich bis zu dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts die empirische Kenntniß und Auffassung der Verwandtschaftserscheinungen herangebildet. Bis zu dieser Zeit bildet die empirische Bearbeitung die Hauptrichtung in der Erforschung dieser Erscheinungen. Von diesem Zeitpunkt an aber greift die theoretische Betrachtungsweise in die Untersuchungen über die Affinität so tief ein, daß, um den weiteren Gang dieser zu verfolgen, wir den aufgestellten theoretischen Ansichten hauptsächliche Aufmerksamkeit widmen müssen. Wie die theoretische Betrachtung sich allmälig entwickelt, wie sie von dem angegebenen Zeitpunkt an in den Untersuchungen über Affinität vorherrscht, mag nun gezeigt werden.

Theorien über die Ursache der Verwandtschaftserscheinungen.

Was die Ursache der Verwandtschaft angeht, so findet sich vor dem 17. Jahrhundert keine Theorie nur irgend deutlich ausgesprochen. Die ältere Meinung, die ich bereits im Vorhergehenden, Seite 286, berührt habe, daß Verwandtschaft auf einer Aehnlichkeit beruhe, die Erscheinungen der Verwandtschaft darauf, daß Gleiches sich mit Gleichem zu verbinden trachte, wurde nie weiter ausgeführt. Die erste Theorie über das Wesen der Verwandtschaft findet sich bei Boyle. Dieser Chemiker huldigte bereits der Ansicht, daß alle Körper aus kleinsten Theilchen bestehen, von deren Anziehung zu einander die Verbindungs- und Zersetzungserscheinungen abhängen. Je mehr Affinität zwei Körper zu einander haben, um so stärker ziehen sich ihre kleinsten Theilchen an, um so näher legen sie sich bei der Verbindung an einander. Wie Boyle sich hiernach die Verwandtschaftsphänomene erklärt, ergiebt sich recht gut aus seiner Darstellung des Vorgangs, wenn Zinnober mit Kali erhitzt wird. Diesen stellt er sich in seinen Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms (1664 zuerst gedruckt) so vor, as when the corpuscles of sulphur and mercury do by a strict coalition associate themselves into the body we call vermilion, though these will rise together in sublimatory vessels without being divorced by the fire, and will act in many cases as one physical body; yet it is known enough among chymists, that if you exquisitely mix with a due proportion of salt of tartar, the parts of the alcali will associate themselves more strictly with those of sulphur, than these were before associated with those of mercury, whereby you shall obtain out of the cinnabar, which seemed intensely red, a real mercury.

Ansichten über die Ursache der Verwandtschaft.

Boyle's Ansichten.

Boyle's Ansichten. Hiernach war sich Boyle offenbar einer ziemlich ausgebildeten Corpusculartheorie bewußt, die er (siehe Atomistische Theorie) auch sonst vertheidigte, und leitete die Affinitätserscheinungen von einer Verschiedenheit in der Größe der Attraction der kleinsten Theilchen ab; doch führte er diese seine Ansicht nicht specieller aus. Er äußerte sich noch (in seiner Schrift on the usefulness of experimental philosophy), daß möglicher Weise allen Körpern nur eine und dieselbe ausgedehnte, theilbare und undurchdringliche Urmaterie zu Grunde liege, und daß die Verschiedenheit, welche wir an ihnen wahrnehmen, nur Folge der ungleichen Größe, Gestalt, der Ruhe oder Bewegung, und der gegenseitigen Lage der Atome sei. (Vergl. noch unten in dem Abschnitt über chemische Verbindungen.) In der Verschiedenheit der Gestalt der kleinsten Theilchen suchte Boyle auch den Grund, weßhalb der eine Stoff durch ein Lösungsmittel angegriffen wird, der andere nicht; so meint er (in den experiments and observations upon colours), die Ursache der Unlöslichkeit des Goldes in Salpetersäure, die doch das Silber auflöst, sei der Umstand, daß die Partikeln der Säure zwar in die Zwischenräume des Silbers eindringen können, aber nicht in die des Goldes.

Von den auf Boyle zunächst folgenden Chemikern haben wir hier Becher's, N. Lemery's und Stahl's zu erwähnen. Becher's Ansichten. Becher bezeichnet die Neigung der Säuren und Laugensalze, sich unter einander zu verbinden, als eine Art Magnetismus, ohne sich näher darüber zu erklären.

Lemery's Ansichten. Lemery erörtert ausführlicher, wie man sich das Entstehen der chemischen Verbindungen daraus erklären könne, daß der eine der Bestandtheile mit feinen Spitzen in die Poren des andern eingreife. Seine Ansichten darüber verdienen hier ihrer Eigenthümlichkeit wegen eine nähere Betrachtung; ich theile deßhalb aus seinem Cours de Chymie (1675) die Theorie der Fällung des Silbers durch Kupfer mit. Er sagt: Quand on met du cuivre dans la dissolution d'argent, l'eau forte quitte l'argent à mesure qu'elle dissout le cuivre. Quelques-uns prétendent expliquer cette précipitation, en disant que comme ces mixtes ont des pores plus accomodez les uns que les autres à la figure des pointes de l'eau forte, elle est en état d'abandonner le prémier pour dissoudre le dernier. Mais il semble que par ce raisonnement il voudraient donner de l'intelligence aux pointes de l'eau forte; car pourquoy ces pointes qui dans la dissolution de l'argent s'estoient embarassées dans les particules de ce métal, et qui les tenaient suspendues, quittent elles ces petits

corps pour aller s'introduire dans le cuivre; c'est ce qu'on ne peut expliquer par cela seul, à moins qu'on ne suppose que l'eau forte soit douée de raison. — Je crois qu'on ne peut mieux éclaircir cette difficulté, qu'en disant que le Phlegme de la dissolution détache des petits corps du cuivre, lesquels nagent dedans la liqueur, et comme ces petits corps rencontrent les pointes de l'eau forte chargée de particules de l'argent, ils les choquent et les ébranlent en sorte qu'ils les rompent, d'où vient la précipitation de l'argent; car les pointes qui le suspendent étant rompues, et le phlegme n'estant pas assez fort pour le soustenir, il doit se précipiter par sa propre pésanteur. Pour ce qui est de la dissolution du cuivre, elle se fait ensuite par la force qui reste à l'eau forte; car quoy que le plus subtile des pointes de ce dissoluant soit rompu, il est encore assez aigu pour pénétrer le plus dissoluble du cuivre, et pour faire l'eau seconde. Ebenso erklärt er aus der verschiedenen Dicke der Säurepartikeln, weßhalb Salzsäure in der kalt bereiteten Quecksilbersolution einen Niederschlag giebt: Le sel ou son esprit, qui est composé de pointes plus grossières ou moins delicates que celles de l'esprit de nitre, tombant sur cette dissolution, il choquera, il ébranlera et il rompra facilement les pointes chargées du corps de mercure, et il leur fera lâcher prise, d'où vient que le mercure se précipite par sa propre pésanteur. Er fügt hinzu: On peut expliquer par ce mesme raisonnement, pourquoy le plomb dissout dans le vinaigre est précipité par l'esprit de vitriol ou par l'esprit de sel. Lemery's Ansichten.

So erklärte Lemery alle Auflösungen, alle Fällungen. Keiner seiner Zeitgenossen führte seine Ansichten über das Wesen der Verwandtschaft so consequent durch wie er; Stahl z. B. schließt sich zwar mehr an Boyle's Vorstellung an, indem auch er eine Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen der Bestandtheile bei der Bildung der chemischen Verbindung annimmt, allein er geht nicht weiter auf die specielle Anwendung dieser Ansicht ein. Stahl's Ansichten.

Der nächste Gelehrte, welcher die Affinitätserscheinungen wieder unter einem theoretischen Gesichtspunkte genauer betrachtet, ist Newton[1]), der

---

1) Isaac Newton war 1642 zu Woolsthorpe, einem kleinen Dorfe in Lincolnshire, geboren. Früh entwickelte sich in ihm ein bedeutendes mechanisches Talent; die Unterstützung eines Verwandten setzte ihn in den Stand, 1660

Newton's Ansichten. in seinen Opticks (1701 erschienen) mehrere dahin gehörige Fälle berührt. Auch er betrachtet als Ursache derselben Attraction zwischen den kleinsten Theilchen. »Ist das Zerfließen des Weinsteinsalzes,« fragt er in den Opticks, »nicht durch eine Attraction zwischen den salinischen Partikeln und den Wasserdämpfen der Atmosphäre hervorgebracht? Warum zerfließt das gemeine Salz, der Salpeter und der Vitriol nicht, wenn nicht deßhalb, weil ihnen eine solche Attractionskraft abgeht?« So ist es nach Newton Attraction zwischen den Vitriolölpartikeln und den Wasserpartikeln, welche verursacht, daß das erstere das letztere aus der Luft anzieht; es ist die größere Attraction des Vitriolöls zum fixen Alkali, welche macht, daß dadurch aus Salpeter und Kochsalz Säuren ausgetrieben werden. Auflösung findet nach Newton Statt, wenn die kleinsten Theilchen eines Körpers zu denen des Auflösungsmittels mehr Attraction haben, als diese unter sich; die Säuren sind nach ihm Körper, welche mit besonders starker Attractionskraft begabt sind. Dies alles könnte nur als Umschreibung der reinen Erfahrung gelten; wichtiger ist, daß Newton aussprach, solche chemische Attraction zwischen zwei Substanzen habe nie einseitig, sondern immer gegenseitig Statt, und daß er die chemische Attraction von der allgemeinen Anziehungskraft (der Schwerkraft) als verschieden unterschied. Er glaubte namentlich, daß die erstere in einem größeren Verhältniß zunehme bei Verminderung des Abstandes, als die letztere.

St. F. Geoffroy, welcher sich 1718 so viel mit Verwandtschaftserscheinungen beschäftigte, hat hinsichtlich der theoretischen Erklärung derselben nichts geäußert; er blieb nur bei der Erfahrung stehen.

Boerhave's Ansichten. Boerhave, dessen 1732 erschienene Elementa chemiae sonst manches Ausgezeichnete für die Lehre von der Verwandtschaft enthalten (insofern Verwandtschaft die Erscheinungen bei der Vereinigung heterogener Stoffe bedingt, welche er unter der Lehre von den Lösungsmitteln ausführlich bespricht), hat über die Ursache der Verwandtschaft nur wenig mitgetheilt. Das Bestreben der verschiedenen Körper, sich zu vereinigen, schreibt er einer eigenthümlichen ihnen einwohnenden Kraft zu, die er als amor oder amicitia definirt.

---

die Universität Cambridge zu beziehen, wo er sich vorzüglich mathematischen Studien hingab. 1666 ungefähr begann er seine mathematisch-astronomischen Untersuchungen, die ihm den Ruhm eines der ausgezeichnetsten Forscher aller Zeiten gesichert haben. Er wurde 1696 Professor der Mathematik zu Cambridge, 1697 Vorsteher der Münze zu London. Er starb 1727.

Einen ganz mechanischen Vorgang erkennt er bei der Auflösung namentlich nicht an. Non actiones mechanicae, non propulsiones violentae, non inimicitiae cogitandae, sed amicitia, si amor dicendus copulae cupido. Und er hebt noch besonders hervor, daß die Verwandtschaft wechselseitig ist. Nonne evidenter cernitis, sagt er zu seinen Zuhörern, wo von der Auflösung des Goldes in Königswasser die Rede ist, hic inter unamquamque auri, et aquae regiae, particulam, virtutem quandam mutuam, qua auri pars illam, haec vero auri particulam amat, unit, retinet? Ueber die Ursache, weßhalb ein Körper den andern auflöst, drückt er sich nur dunkel aus. Menstrua agunt solo motu, sagt er, und beweist dann, daß die Zertheilung des aufzulösenden Stoffes, welche bei der Auflösung eintritt, keine mechanische und deßhalb auch keine auf mechanischen Ursachen beruhende sein könne. Man könne es zwar Auflösung nennen, wenn eine Kugel von Töpferthon in Wasser gelegt sich darin in höchst feine Theilchen zertheile, wenn das Wasser zum Kochen gebracht werde, und eine solche Auflösung wolle er als mechanische anerkennen, aber das sei doch etwas anderes als eine chemische Auflösung, wo nach dem Erkalten kein Absetzen, keine Zerlegung, stattfinde, wo eine Verbindung stattgefunden habe, die dauernd sei. — Uebrigens scheint sich doch Boerhave's Ansicht der Corpusculartheorie Boyle's zu nähern, wie z. B. auch die oben Seite 289 mitgetheilte Stelle schließen läßt. Indeß ist von ihm nichts Näheres über die Art der Aggregirung der kleinsten Theilchen mitgetheilt, ebenso wenig als in Boyle's Schriften selbst; auch Newton's theoretische Ansichten sind von Boerhave zwar kurz erwähnt, aber nicht anerkannt. Hinsichtlich der theoretischen Ansicht über das Wesen der Verwandtschaft hat also Boerhave nichts Wesentliches den früheren Meinungen hinzugefügt. Boerhave's Ansichten.

Newton's Meinung fand Widerspruch bei Buffon[1]), der die Attraction der Partikeln, welche die Affinitätserscheinungen hervorbringt, als identisch mit der allgemeinen Anziehungskraft, der Gravitation, be- Buffon's Ansichten.

---

[1]) Georges Louis Leclerc Graf von Buffon, war zu Montbar in Burgund 1707 geboren, wo sein Vater, Benjamin Leclerc, als Parlamentsrath lebte. Nach einer ausgezeichneten Erziehung wandte er sich dem Studium der Geometrie, Physik und Ruralökonomie besonders zu; die Pariser Akademie ernannte ihn 1733 zu ihrem Mitglied. Auf die Naturgeschichte concentrirte Buffon seine Kräfte, nachdem er 1739 zum Intendanten des Jardin des plantes ernannt worden war; von 1749 an datirt die Herausgabe seiner

Buffon's Ansichten. trachtete. Seine Ansichten, wie sie sich in seinen 1778 erschienenen Epoques de la nature dargestellt finden, gingen darauf hinaus, daß die kleinsten Theile der verschiedenen Stoffe eine verschiedene Gestalt besitzen, daß je nach der verschiedenen Gestalt ihre Schwerpunkte sich mehr oder weniger nähern können, und daß hiervon die Verschiedenheit in der Stärke der Verwandtschaft zwischen verschiedenen Körpern abhängt. Nach dieser Ansicht sollte auf die Form der Partikeln alles ankommen, und sogar Gleichheit des Urstoffes bei den Partikeln aller Körper wurde, wie bei Boyle, für möglich erachtet, indem die Verschiedenheit der Gestalt hinreiche, um alle Phänomene zu erklären.

Bergman's Ansichten. Bergman, der von 1775 an sich mit der Untersuchung der Affinität besonders beschäftigte, und durch seine vielfachen Versuche und richtigen Beobachtungen sich hinsichtlich dieses Gegenstandes eine große Autorität erwarb, schloß sich in seinen theoretischen Ansichten mehr an die Vorhergehenden an. Auch er nahm an, daß der Anziehung der Atome zu einander (der Affinität) sehr wohl die allgemeine Schwerkraft zu Grunde liegen könne, daß die Attraction der Atome zu einander aber anderen Gesetzen unterworfen sei, als bei den übrigen Gravitationserscheinungen gültig sind, wegen der verschiedenen Gestalt der Atome und wegen ihrer verschiedenen Stellung. Je nach der verschiedenen Form der Atome zweier Körper und je nach ihrer gegenseitigen Stellung ist nun auch die Attraction zwischen den Atomen dieser beiden Körper, die Affinität, verschieden. Alle Körper haben Attraction zu einander, aber je zwei verschiedene Paare von Körpern äußern diese Attraction in verschiedener Stärke. Unter mehreren Materien wird also nur die eine oder die andere von einer gegebenen dritten Materie zur Verbindung angezogen werden, nämlich die, deren Atome mit den Atomen der dritten Materie durch den gegenseitigen Einfluß der Form und Stellung die größte Attraction hervorbringen. — Weil dieser Ansicht gemäß gewissermaßen mit Auswahl angezogen wird, schlug Bergman die Bezeichnung attractio electiva vor, was im Deutschen allgemein mit Wahlverwandtschaft wiedergegeben wurde.

---

großen Histoire naturelle, zu welcher er später noch Supplementbände schrieb, von denen der fünfte (1778 erschienen) die oben erwähnten Epoques de la nature enthält. — Von Ludwig XV. wurde Buffon in den Grafenstand erhoben; er starb 1788.

Nach Bergman ist übrigens die Attraction zwischen den Atomen von zwei gewissen Körpern eine ganz bestimmte Größe, die im Allgemeinen constant ist, so lange nicht andere influirende Umstände, z. B. bedeutende Temperaturerhöhung, eine Aenderung bedingen. Eben weil Bergman die Verwandtschaft zwischen zwei bestimmten Materien für unveränderlich hielt, glaubte er, die Erscheinungen, die bei der Einwirkung verschiedener Körper eintreten, ließen sich mit Gewißheit vorausbestimmen, wenn man alle Attractionen der verschiedenen Materien unter einander der Größe nach kenne. Die relative Größe der Affinität verschiedener Substanzen zu einer dritten bestimmte Bergman nach Geoffroy's Methode durch Zersetzung, so daß eine Substanz, welche eine zweite aus ihrer Verbindung mit einer dritten austreibt, zu dieser dritten mehr Verwandtschaft hat, als die zweite. Auf diese Art erhielt er die schon oben (Seite 301) mitgetheilten Verwandtschafstafeln, welche die Reihenfolge der Affinitäten verschiedener Körper zu Einem bestimmten angeben. Bergman glaubte indeß auch noch auf andere Weise die verschiedene Größe der Verwandtschaft zwischen verschiedenen Stoffen ausmitteln zu können, namentlich was die Verwandtschaft zwischen Säuren und Basen betrifft. Er wußte, daß sämmtliche Verbindungen nur nach Einem oder doch nur nach sehr wenigen festen Mengenverhältnissen der Bestandtheile stattfinden, daß z. B. die Menge Basis, welche nöthig ist, um eine bestimmte Menge derselben Säure zu sättigen und damit ein neutrales Salz zu bilden, unveränderlich stets dieselbe ist. Er suchte die verschiedenen Quantitäten verschiedener Basen zu bestimmen, die durch dieselbe Quantität einer Säure neutralisirt werden, und er glaubte einen allgemeinen Zusammenhang zwischen der Affinitätsgröße zweier Körper (einer Säure und einer Basis) unter einander, und dem Quantitätsverhältniß, in welchem sie sich neutralisiren, aufgefunden zu haben. Unter dem Namen eines chemischen Paradoxons stellte er den Satz auf, daß, je stärker die Verwandtschaft einer Materie sei, um so weniger von einer andern Materie zu ihrer Sättigung erfordert werde [1]); eine Be-

Bergman's Ansichten.

---

[1]) Bergman wurde auf diesen Satz zuerst durch einen Ausspruch Scheffer's geleitet, dessen Vorlesungen der Erstere 1775 herausgab (vergl. Seite 70 dieses Theiles). In Beziehung auf die am eben angeführten Orte mitgetheilten Versuche sagte Scheffer: »die Alkalien erfordern zu ihrer Sättigung mehr von den stärkeren und schwereren, als von den schwächeren und leichteren

Bergman's Ansichten. hauptung, deren Folgerungen ihm durch die Resultate seiner Analysen gerechtfertigt zu sein schienen. Als Folgerungen gehen die Sätze hervor: eine Basis erfordert zu ihrer Sättigung eine um so größere Menge Säure, je größer ihre Verwandtschaft zu dieser Säure ist, — und: eine Säure erfordert zu ihrer Sättigung eine um so größere Menge Basis, je größer ihre Verwandtschaft zu dieser Basis ist. Zum Beweis der Richtigkeit dieser Sätze stellte Bergman die von ihm gefundenen Zusammensetzungen auf, welche er indeß alle unrichtig angab, wie man es erwarten muß, da seine Analysen fast die ersten waren, die jemals angestellt wurden. So erfordern nach Bergman zur Neutralisation (ich füge zur Beurtheilung der Genauigkeit seiner Analysen die richtigen Bestimmungen in Klammern bei)

100 Gewichtstheile Kali:				100 Gewichtstheile Natron:			
78,5	Gewichtsth.	Schwefelsäure	(85)	177	Gewichtsth.	Schwefelsäure	(128)
64	»	Salpetersäure	(114)	135,5	»	Salpetersäure	(172)
51,5	»	Salzsäure	(58)	125	»	Salzsäure	(87)

Nach Bergman's Angaben würden hier allerdings die Säuren der Quantität nach, in welcher sie dasselbe Gewicht Basis neutralisiren, in der nämlichen Reihenfolge stehen, in welcher sie sich auch der Affinität nach ordnen; allein eine Vergleichung seiner Angaben mit den wahren Verbindungsverhältnissen zeigt die große Unrichtigkeit der ersteren. Sobald auch die chemische Analyse etwas an Vervollkommnung zunahm, mußten die Widersprüche zwischen den obigen Behauptungen Bergman's und der Erfahrung an's Licht kommen, und bei keinem von denen, welche sich nach Bergman mit der Untersuchung der Affinität beschäftigten, finden wir diese Meinungen unverändert adoptirt. Von diesen späteren Gelehrten wurden die verschiedenartigsten Methoden in Vorschlag gebracht, die Verwandtschaftsgröße in Zahlen noch auf anderem Weg als aus den Verwandtschaftstafeln abzuleiten; wir wollen zuerst die Meinung Kirwan's näher betrachten, da sich seine Untersuchungen an die Bergman's in der Art anschließen, daß auch er aus dem Mengenverhältniß, in welchem sich zwei Körper verbinden, auf die Größe der Verwandtschaft zwischen diesen beiden Körpern zu schließen suchte.

Säuren.« An diese Aeußerung knüpfen sich die Seite 71 dieses Bandes erwähnten Versuche Bergman's und seine oben angeführten theoretischen Untersuchungen.

Kirwan war der unmittelbare Nachfolger Bergman's sowohl Kirwan's Ansichten. was die Untersuchungen über die Verwandtschaftsreihen als auch was die Ausmittelung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen angeht; hinsichtlich der ersteren konnte er den zahlreichen und genauen Beobachtungen Bergman's nur wenig hinzufügen, was aber die Bestimmung der Zusammensetzung angeht, übertraf er seinen Vorgänger weit an Genauigkeit der Resultate, wie sich aus den gleich mitzutheilenden Bestimmungen von ihm ergiebt, und außerdem in dem Abschnitt »analytische Chemie« ausführlicher erörtert ist. — Kirwan stimmte, was die Attraction der Atome als Ursache der Affinität angeht, mit Bergman überein; in den Schlußfolgerungen aber, welche aus seinen Analysen hinsichtlich der Abhängigkeit der Affinitätsgröße von dem Verbindungsverhältniß abzuleiten er sich für berechtigt hielt, wich er theilweise von demselben ab. Mit Bergman übereinstimmend glaubte er, die Affinität einer Basis zu einer Säure sei um so größer, je mehr von der Basis sich mit der Säure bei der Neutralisation vereinigt; aber im Widerspruch mit Bergman nahm er noch an, die Affinität einer Säure gegen eine Basis sei um so geringer, je mehr von der Säure sich mit der Basis bei der Neutralisation vereinigt. — Diese Schlußfolgerungen standen indeß mit Kirwan's Resultaten über die Zusammensetzung der neutralen Salze selbst im Widerspruch, wenn man die Affinität der Körper zu einander als durch die Zersetzungserscheinungen gegeben annimmt. Nach seinen Versuchen neutralisiren (ich füge die richtigen Zahlen [1]) zur Vergleichung wieder in Klammern bei)

100 Gewichtstheile	Kali	Natron	Ammon.	Baryt	Strontian	Kalk
Schwefelsäure	121 (118)	78 (78)	26 (42)	200 (192)	138 (130)	70 (71)
Salpetersäure	117 (87)	73 (58)	40 (31)	178 (142)	116 (96)	56 (53)
Salzsäure	177 (172)	136 (114)	58 (62)	314 (280)	216 (190)	118 (104)
Kohlensäure	95 (107)	150 (142)		354 (348)	231 (236)	‘22 (129)

Man ersieht hieraus, wie sich Kirwan's Bestimmungen den richtigen schon viel mehr nähern, als die Bergman's; wie aber seine Resul=

[1]) Von den kohlensauren Salzen analysirte Kirwan das doppeltkohlensaure Kali und das einfachkohlensaure Natron. —

Kirwan's Ansichten. tate in keiner Weise mit den von ihm für die Affinitätsgrößen der Säuren und Basen aufgestellten allgemeinen Gesetzen im Einklang stehen. Dieser Widerspruch zwischen der Erfahrung und den aufgestellten Theorien Bergman's und Kirwan's mag die Ursache sein, daß die anderen Gelehrten, welche sich zu dieser Zeit an der Bestimmung der Affinitätsgrößen versuchten, es aufgaben, aus den Quantitäten, worin sich die verschiedenen Stoffe vereinigen, die Stärke der Verwandtschaft zwischen denselben herleiten zu wollen. Schon vor Kirwan waren indeß Versuche gemacht worden, die Größe der Affinität zwischen zwei Körpern auf andere Art direct (nicht aus den Verwandtschaftstafeln) zu bestimmen.

Wenzel's Ansichten. Es gehört hierher der Versuch von Wenzel, die Größe der Verwandtschaft verschiedener Körper zu einem Auflösungsmittel aus der Zeit zu bestimmen, welche zur völligen Auflösung erforderlich ist. Nach ihm sollte sich die Verwandtschaft verschiedener Körper zu demselben Lösungsmittel, bei gleicher Quantität des aufgelösten, umgekehrt verhalten wie die Zeit der Auflösung. Soviel Verdienste auch Wenzel, dessen Werk über die Verwandtschaft schon 1777 erschien, um die Erkenntniß der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen und um die Lehre von den bestimmten Proportionen hat (vergleich da), so lag doch in dieser seiner Behauptung über den Zusammenhang zwischen Affinität und Auflösungszeit eine große Verkennung der ersteren Kraft; seine Ansicht darüber wurde auch bald als irrig erkannt und nicht weiter beachtet.

Guyton-Morveau's Ansichten. Wieder andere Ansichten über die Affinität und die Mittel, sie der Größe nach zu bestimmen, hatte Guyton de Morveau, dessen 1786 in der Encyclopédie méthodique publicirte Abhandlungen über Affinität und Adhäsion mit Recht zu jener Zeit ein vorzügliches Ansehen genossen. — Guyton stimmte im Wesentlichen mit Buffon's Meinung überein, was die Ursache der Affinität anlangt, wenn er gleich zugestand, daß die Annahme einer verschiedenen Gestalt der Atome allein nicht ausreiche, alle Verwandtschaftserscheinungen genügend zu erklären. — Ihm eigenthümlich war der Gedanke, die Adhäsion als eine mit der Affinität gleichartige Kraft anzusehen, oder doch die Adhäsionserscheinungen als Wirkungen derselben Kraft, der Gravitation, zu betrachten, welche auch die Verwandtschaftserscheinungen hervorbringe. Demgemäß suchte er selbst aus der Größe der Adhäsion zwischen zwei Stoffen ihre Verwandtschaftsgröße herzuleiten, und es schien ihm eine Bestätigung seiner Ansicht, daß die Metalle eine um so

größere Adhäsion zum Quecksilber zeigen, je leichter sie sich damit amalgamiren (chemisch verbinden). Indeß auch dieses Mittel, die Verwandtschaftsgröße zu bestimmen, wurde bald als ungenügend erkannt.

Von den minder beachteten Vorschlägen anderer Chemiker, die Größe der Affinität zu bestimmen, mag hier nur noch der erwähnt werden, welchen Fourcroy um 1800 that, nämlich die Stärke der Verwandtschaft zweier Körper aus der Temperatur zu bestimmen, welche zur Zersetzung ihrer Verbindung nöthig ist. An sich nur auf verhältnißmäßig wenige Verbindungen anwendbar, wurde dieser Vorschlag kaum beachtet, und blieb ohne weiteren Einfluß auf die Ansichten über die Verwandtschaft.

Es sind dieses die wichtigsten Versuche, welche bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts angestellt wurden, um eine Theorie über die Ursache der Affinitätserscheinungen zu geben und einen Zusammenhang zwischen dieser Ursache und anderen chemischen oder physikalischen Verhältnissen, z. B. des Zusammensetzungsverhältnisses der Verbindung, der Adhäsion u. s. w., nachzuweisen. Alle diese Versuche scheiterten, und wenn auch Bergman's Ansichten zu dem genannten Zeitpunkte von den meisten Chemikern angenommen waren, so beweist dies nicht, daß sie alle Erscheinungen consequent erklärten, sondern nur daß sie, mit den anderen aufgestellten Theorien verglichen, noch am besten mit der Erfahrung zu harmoniren schienen; zu der allgemeinen Billigung derselben trug noch außerdem Bergman's Ruf als praktischer Chemiker nicht wenig bei, und half dazu, daß über die einzelnen Mängel seiner Affinitätslehre weggesehen wurde. Am meisten erschüttert wurde Bergman's Theorie durch die Aufstellung der Affinitätslehre von Berthollet, die ihr in vielen Fällen geradezu widersprach, und alle Verwandtschaftserscheinungen durch die einfachsten Hülfsmittel, durch Annahme einer allgemeinen Attractionskraft und eines großen Einflusses der physikalischen Eigenschaften der Körper, zu erklären schien.

Berthollet, dessen Schriften über die Affinität ich bereits im ersten Theile (S. 339) angeführt habe, betrachtete als Ursache der chemischen Verbindungen, wie es auch Bergman und noch mehrere der im Vorhergehenden genannten Chemiker angenommen hatten, die allgemeine Anziehungskraft der Materie, die sich aber hier von der Gravitation verschieden äußert, weil sie nicht wie diese auf Massen, deren sonstige äußere physikalische Verhältnisse dafür nicht von Belang sind, sondern auf die kleinsten Theilchen der Materie wirkt, deren Gestalt, Cohäsion und Bestreben, den gasförmigen Zu- Berthollet's Lehre.

Berthollet's Lehre. stand anzunehmen, hier mit in's Spiel kommen. Die Ansicht Bergman's über Wahlverwandtschaft, vermöge deren ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen der letzteren (b oder c) nur vermöge seiner größeren Verwandtschaft zu c oder b abscheiden soll, um sich mit c oder b zu vereinigen, hielt Berthollet für unverträglich mit der Annahme, daß die Affinität auf Anziehung beruht. Wäre nur die Attraction die Ursache der Affinitätserscheinungen, so könnte nach ihm durch Zusammenbringen von a mit b c keine andere Wirkung als die Bildung einer neuen Verbindung a b c erfolgen. Es hat aber in Wirklichkeit öfters eine andere Wirkung Statt, und um diese zu erklären, stellte Berthollet eine Theorie auf, die man in folgenden Sätzen zusammenfassen kann.

Alle Körper haben Verwandtschaft zu einander, aber die Größe der Verwandtschaft ist einmal an sich verschieden (wegen der verschiedenen Form der kleinsten Theilchen), und besonders sind noch die Wirkungen verschieden wegen der Verschiedenheit der Körper, was Cohäsion (worunter er Schwerlöslichkeit versteht) und Elasticität (Bestreben, in den gasförmigen Zustand überzugehen) betrifft. — Die Körper können nur dann auf einander chemisch wirken, wenn sich ihre kleinsten Theilchen in unmittelbarer Berührung, in Auflösung, befinden. Die chemische Wirksamkeit eines Körpers auf einen andern hängt ab von seiner Verwandtschaft zu ihm und von dem Mengenverhältniß, worin sich beide bei ihrer Einwirkung auf einander befinden. Ein Körper wird der chemischen Action entzogen, wenn er sich unlöslich ausscheidet, oder wenn er als Gas weggeht.

Aus diesen Sätzen suchte Berthollet alle Verwandtschaftserscheinungen zu erklären. Wir wollen ihm zuerst in seiner Erklärung folgen, was geschieht, wenn wir Körper von verschiedener Verwandtschaft zu einem dritten auf diesen einwirken lassen, und wie es zugeht, daß ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen Bestandtheil b vollständig abscheiden kann.

Wird eine Auflösung von a mit einer Auflösung von b c vermischt, und scheidet sich hierbei weder etwas ab, noch entweicht etwas gasförmig, so werden sich a und b in c theilen, jedes, a wie b, wird sich mit um so mehr c vereinigen, je größer seine Verwandtschaft zu diesem Körper ist, und in je größerer Menge es vorhanden ist. Ist die Affinität von a zu c durch die Größe α ausgedrückt, wenn β die Affinität von b zu c bedeutet, ist in der Lösung a in der Gewichtsmenge A, b in der Gewichtsmenge B, c in

der Gewichtsmenge C enthalten, so wird sich c so unter a und b vertheilen, daß mit den A Gewichtstheilen a verbunden sind $\frac{A\alpha}{A\alpha + B\beta}$ C von c, mit den B Gewichtstheilen von b aber $\frac{B\beta}{A\alpha + B\beta}$ C von c. Es tritt nach diesem Gesetze gewissermaßen ein chemisches Gleichgewicht ein. Der chemische Effect jedes der Körper a und b hängt ab von seiner Verwandtschaft zu c und von seiner Masse; das Maaß des Effects ist durch das Product der Masse in die Verwandtschaft gegeben; dieses Product bezeichnete Berthollet unter dem Namen masse chymique, was man im Deutschen durch »chemische Masse« oder besser durch »chemisches Moment« wiedergegeben hat. Berthollet's Lehre.

Es folgt hieraus, daß, wofern sich bei der Mischung von a mit bc nichts niederschlägt und nichts verflüchtigt, der Körper a dem Körper b nie alles c entziehen kann, wenn auch a noch so starke Verwandtschaft zu c hat; daß umgekehrt, wenn b noch so starke Verwandtschaft zu c hat, man ihm doch durch das dem c beiweitem weniger verwandte a einen merkbaren Antheil des ersteren entziehen kann, wenn man nur die Menge von a gehörig groß im Verhältniß zu der von b nimmt; daß man überhaupt (zur Hervorbringung einer chemischen Wirkung) einer Materie, was ihr an Verwandtschaftskraft abgeht, durch Vergrößerung der Menge ersetzen kann.

Eine solche Theilung von c unter a und b findet aber nur Statt, wenn bei der Vermischung von a mit bc sich nichts niederschlägt und nichts ausscheidet. Ist aber der Körper b ein solcher, der von c abgeschieden Gasgestalt annimmt (hat b eine bedeutende Elasticität), so ist der Erfolg ein anderer, es kann alsdann eine vollständige Zersetzung stattfinden.

Kommt zu einer Verbindung bc, worin b ein solcher Körper ist, ein Stoff a, der zu c Verwandtschaft hat, so wird a zunächst nach dem vorstehenden Gesetze sich einer gewissen Menge von c bemächtigen; es wird dadurch mehr b mit dem Reste von c vereinigt, als dieser fixiren kann, es wird sich eine gewisse Menge von diesem b gasförmig abscheiden; auf die zurückgebliebene Menge bc wirkt a nun neuerdings ein, um ein Gleichgewicht nach dem erwähnten Gesetze zu bewerkstelligen, der Vorgang des Ausscheidens von b wiederholt sich, und allmälig wird alles b von c vollständig abgeschieden und ausgetrieben, und alles c ist mit a vereinigt.

Aehnliche Umstände bedingen eine vollkommene Zersetzung, wenn die durch Zersetzung von bc durch a sich bildende Verbindung ac unlöslich ist

Berthollet's Lehre. (große Cohäsion hat), und sich abscheidet. Während früher, wo ein Theil von c alles zugesetzte a beschäftigen konnte (wie der andere Theil von a alles vorhandene b), ist die Herstellung eines solchen chemischen Gleichgewichts nun nicht mehr möglich. Geht a mit c eine unlösliche Verbindung ein, so entsteht ein Niederschlag a c; alles c, was durch a an sich gezogen wurde, fällt nieder, aber nicht mit allem, sondern nur mit einem Theile von a verbunden, nämlich mit so viel, als es in den unlöslichen Zustand überführen kann. Der Theil von a, der nicht mit niedergeschlagen worden ist, wirkt von Neuem auf das noch unzersetzte b c, er entzieht diesem einen neuen Antheil c, der sich wieder mit einem Theile von a niederschlägt, und dieser Vorgang wiederholt sich, bis alles c mit a verbunden aus der Lösung niedergeschlagen ist.

Während also nach der Bergman'schen Ansicht über Wahlverwandtschaften ein Stoff eine andere Verbindung je nach seiner specifischen Verwandtschaft zu einem der Bestandttheile derselben entweder gar nicht oder vollkommen zersetzt, die Zersetzungsproducte mögen nun fest, flüssig oder gasförmig sein, lehrte Berthollet, daß weder einfache noch doppelte Wahlverwandtschaft in dem Sinne, wie sie Bergman nahm, existirt, vollständige Zersetzung nur statthat unter Mitwirkung der Elasticität oder der Cohäsion der betreffenden Körper. Die Elasticität eines Bestandtheils trägt dazu bei, indem dann dieser Bestandtheil gasförmig entweicht und so aus dem chemischen Wirkungskreise entfernt wird; die Cohäsion einer gebildeten Verbindung, indem sie Unauflöslichkeit, Abscheiden und Verringern der Zahl der Angriffspunkte hervorbringt.

Je größer die Cohäsion ist, um so vollständiger ist die durch sie eingeleitete Zersetzung: also um je unlöslicher eine zu bildende Verbindung ist, um so vollständiger wird die bis dahin bestandene Verbindung zersetzt. Oxalsaurer Kalk ist ein sehr schwerlösliches Salz, aber Oxalsäure fällt nach Berthollet doch nicht aus Auflösungen von Kalksalzen allen Kalk heraus, sondern nur so viel davon, bis der Ueberschuß an frei gewordener (vorher mit dem Kalke verbundener) Säure der Affinität der Oxalsäure zum Kalke und der Cohäsion des oxalsauren Kalkes zusammen das Gleichgewicht hält. — Selbst sehr starke Cohäsion kann durch chemische Masse überwunden werden; so kann schwefelsaurer Baryt durch kohlensaures Kali zersetzt werden, falls nur letzteres in einem sehr großen Ueberschusse, der sehr großen Cohäsion des schwefelsauren Baryts entsprechend, angewandt wird.

Um die Wirkung der Affinität bei Mischungen zu beobachten, wobei Alles aufgelöst bleibt, kann man nach Berthollet sich nicht des Mittels bedienen, die gebildeten Salze aus der Mischung auskrystallisiren zu lassen, denn in einer Auflösung können die Bestandtheile mehrerer Salze ganz anders zusammengestellt sein, als die Krystallisationsproducte schließen lassen. — Krystallisiren ist nämlich ein Uebergehen in's Unlösliche; der krystallisirende Stoff ist unlöslich in seiner Mutterlauge (unter den Umständen, in welchen er krystallisirt), und sobald also eine gebildete Verbindung anfängt aus der Lösung herauszukrystallisiren, tritt der Vorgang ein, der eben für den Fall besprochen wurde, wo sich eine gebildete Verbindung unlöslich ausscheidet. So z. B. kann durch Vermischen von salpetersaurem Kali mit Schwefelsäure und Auskrystallisirenlassen fast alles Kali in Verbindung mit Schwefelsäure erhalten werden, obgleich bei Temperaturen, wo Alles gelöst ist, das Kali nicht vorzugsweise an die Schwefelsäure tritt, sondern sich nach dem Gesetz der chemischen Massen unter die Schwefelsäure und die Salpetersäure gleichmäßig vertheilt. Berthollet's Lehre.

Es wurde erwähnt, daß in den Fällen, wo Verbindungen unlöslich ausgeschieden werden, nicht immer die ganzen vorhandenen Mengen der Bestandtheile sich niederschlagen, sondern mit einer gewissen Menge des einen Bestandtheils nur soviel von dem andern, als der erstere in den unlöslichen Zustand überführen kann. Um hierüber vollkommene Einsicht zu erhalten, wollen wir Berthollet's Ansichten über die Verhältnisse der Gewichtsmengen der Bestandtheile in solchen Niederschlägen und in chemischen Verbindungen überhaupt näher untersuchen.

Nach Berthollet können sich alle mit einander verwandten Körper in allen möglichen Verhältnissen mit einander zu eigenthümlichen chemischen Verbindungen vereinigen, wenn diese Verbindungen Flüssigkeiten sind, und wenn nicht die Cohäsion der Verbindung oder eines Bestandtheils oder die Elasticität eines Bestandtheils den Verbindungsverhältnissen Grenzen setzt; in diesem letzteren Falle werden die möglichen Verbindungsverhältnisse in weitere oder engere Grenzen beschränkt sein.

Um z. B. die Cohäsion des Eisens bei seiner Vereinigung mit Sauerstoff zu überwinden, ist eine gewisse Menge des letzteren nöthig, die von der Cohäsion des Metalls und der Stärke seiner Affinität zum Sauerstoff abhängt. Mit weniger Sauerstoff als dieser bestimmten Menge kann man Eisen nicht chemisch vereinigen. — Um die Elasticität des Sauerstoffs hin-

Berthollet's Lehre. gegen bei seiner Vereinigung mit Eisen zu überwinden, um den Sauerstoff durch Eisen zu fixiren, ist ebenfalls eine gewisse Menge dieses Metalls nöthig, die von der Elasticität des Sauerstoffs und seiner Verwandtschaft zum Eisen abhängt, und mit weniger Eisen als dieser bestimmten Menge kann man den Sauerstoff nicht verbinden. — Wir haben hier die zwei Grenzverhältnisse der Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff; innerhalb derselben kann sich nach Berthollet Eisen mit Sauerstoff in allen möglichen Verhältnissen zu chemischen Verbindungen vereinigen.

Aehnliche Ansichten hegte Berthollet über die Zusammensetzung der Niederschläge, welche sich bei Mischung von Verbindungen bilden. Ob solche Niederschläge eine constante Zusammensetzung haben, hängt nach ihm davon ab, inwiefern die Bestandtheile gleiche Löslichkeit haben. Sind beide Bestandtheile eines solchen Niederschlags gleich löslich, so ist die Zusammensetzung der aus ihnen gebildeten unlöslichen Verbindung eine bestimmte und constant; jeder Ueberschuß des einen oder des andern Bestandtheils wird nämlich von dem Lösungsmittel in Auflösung gehalten. Ist aber ein Bestandtheil an und für sich unlöslich, so kann die Zusammensetzung variiren; man kann die Menge des löslichen Bestandtheils in der Verbindung verringern, ohne daß eine Auflösung des andern Bestandtheils stattfindet, und chemische Verbindungen in mehrfachen Verhältnissen (deren Grenzen sich analog dem vorher gegebenen Beispiel bestimmen) sind möglich. — Ebenso variabel ist die Zusammensetzung einer krystallisirenden Verbindung, wenn der eine Bestandtheil viel löslicher ist, als der andere; der letztere verhält sich beim Krystallisiren alsdann relativ wie ein unlöslicher Körper; man erhält Verbindungen in den verschiedensten Proportionen, wenn man solche Verbindungen immer wieder in neuem Lösungsmittel auflöst und krystalliren läßt, bis man an eine Verbindung kommt, wo die enthaltenen Mengen der Bestandtheile sich in derselben Menge Lösungsmittel lösen, gegen diese gleiche Auflöslichkeit haben.

Diese Sätze von Berthollet beruhten auf unrichtigen Beobachtungen, auf der Untersuchung unreiner Niederschläge, die er für reine chemische Verbindungen hielt, und auf fehlerhaften Analysen. Die nähere Betrachtung, wie diese Behauptungen aufgenommen wurden, gehört dahin, wo von der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen die Rede ist.

Ein constantes Gewichtsverhältniß gesteht indeß Berthollet noch da zu, wo durch Vermischen zweier Körper die hervorstechenden Eigenschaften

eines jeden vollkommen aufgehoben werden, namentlich bei der Neutralisation der Säuren und Basen durch einander und ihrer Vrrbindung zu löslichen Neutralsalzen. Daß hierbei constante Verhältnisse obwalten, war durch viele Beobachtungen außer Zweifel gestellt; Berthollet wandte die dabei gewonnenen Zahlenresultate an, um über die Stärke der Verwandtschaft der Säuren und Basen zu einander bestimmtere Auskunft zu geben. Berthollet's Lehre.

Um eine gegebene Gewichtsmenge einer Säure zu neutralisiren, um also einen gewissen chemischen Effect auszuüben, sind von den verschiedenen Basen verschiedene Gewichtsmengen nöthig. Der chemische Effect aber ist das Product aus der Masse in die Verwandtschaftsstärke. Um je kleiner also bei gleichem chemischen Effect eines Körpers die erforderliche Menge desselben ist, um so größer muß seine Verwandtschaftskraft sein. Berthollet stellte hiernach, in vollständigem Widerspruch mit Bergman's (Seite 314) und theilweise mit Kirwan's (Seite 315) Ansichten über den Zusammenhang zwischen Verwandtschaftsstärke und Gewichtsverhältniß bei der Neutralisation als Gesetz auf: Je weniger a von b bedarf, um dadurch neutralisirt zu werden, um so größer ist ihre Affinität zu einander. — Die Abweichungen der Erfahrung von diesem Satz erklären sich nach Berthollet alle aus der ungleichen Cohäsion und Elasticität der verschiedenen Körper. So z. B. verbindet sich das Ammoniak in geringerer Menge mit Säuren zu neutralen Salzen, als das Kali oder Natron, und wird doch von diesen aus seinen Verbindungen ausgetrieben; aber es ist nicht die größere Affinität des Kali's oder Natrons zu den Säuren, die diese Zersetzung bewirkt, sondern die große Elasticität des Ammoniaks, denn an und für sich steht dem Ammoniak (weil von ihm eine kleinere Menge zur Neutralisation der Säuren hinreicht) eine größere Affinität zu den Säuren zu, als dem Kali oder Natron. Berthollet's Gesetz heißt also eigentlich: hätten alle Körper gleiche Cohäsibn und gleiche Elasticität, so wäre die Verwandtschaftskraft desjenigen am größten, der sich in der geringsten Menge mit den andern verbindet.

Es sind dies die hauptsächlichsten Grundlagen der Berthollet'schen Verwandtschaftstheorie, die, in Frankreich zu jener Zeit mit vielem Beifall aufgenommen, auch in den anderen Ländern zahlreiche Anhänger fand, wie es nicht fehlen konnte, da in ihr consequente Durchführung weniger Annahmen zur Erklärung fast aller damals bekannten Affinitätserscheinungen führte. Doch erhoben sich auch bald die zahlreichen Anhänger der Bergman'schen Ansichten, und suchten zu zeigen, wie auch diese zur Erklärung

Berthollet's Lehre.

der Thatsachen ausreichen, wie hingegen directe Erfahrungen gegen die Richtigkeit der Berthollet'schen Theorie sprechen. Aber erst die Entdeckung der bestimmten Proportionen in der Zusammensetzung chemischer Verbindungen entschied über die Richtigkeit dieser Theorie, und ich verweise dahin, was die darüber geführten Streitigkeiten und die endliche Entscheidung betrifft. Die Berthollet'schen Lehren wurden dadurch in vielen ihrer Hauptpunkte als unstatthaft und unrichtig dargethan, aber dessenungeachtet üben sie noch stets einen großen Einfluß auf die jetzige Ansicht über die Verwandtschaft aus, und die von ihm zuerst eingeführte Berücksichtigung der äußeren physikalischen Verhältnisse der Körper (Cohäsion und Elasticität) bei Betrachtung der Verwandtschaftserscheinungen wird eine dauernde sein.

Dynamische Ansichten.

Zu der Zeit, wo die Berthollet'sche Affinitätslehre aufgestellt wurde, begannen in Deutschland Ansichten sich allgemeiner auszubreiten, welche allen bis dahin erwähnten wiedersprachen. Es sind dieses die dynamischen Theorien, welche, meist nur ganz im Allgemeinen angedeutet, durch die Unbestimmtheit und Vieldeutsamkeit der gebrauchten Ausdrücke sich recht wohl auch auf besondere Thatsachen anwenden ließen, ohne indeß die Erklärung derselben damit zu geben. Die Theorie, welche man unter dem Namen der dynamischen begreift, unterschied sich von der vorhergehenden Ansicht dadurch, daß sie nicht wie diese die chemische Action als eine Folge von Wirkungen kleinster Theilchen der verschiedenen Körper auf einander ansah, sondern (eine Theilbarkeit der Materie bis in's Unendliche annehmend, und die Existenz von untheilbaren Partikeln und von Zwischenräumen zwischen ihnen verwerfend) die Verwandtschaftserscheinungen durch eine wechselseitige Durchdringung der verschiedenen Materien zu erklären suchte.

Unter Durchdringung der Materie ist zu verstehen, daß in einer Verbindung nicht die kleinsten Theilchen der Bestandtheile abgesondert von einander existiren, sondern daß alle kleinsten Theile, alle materiellen Punkte einer Verbindung gleichmäßig zusammengesetzt sind und noch die Bestandtheile zusammen in sich enthalten. Die atomistische oder Corpuscular-Theorie, welche den Ansichten der im Vorstehenden besprochenen Chemiker zu Grunde liegt, ist also der dynamischen dadurch entgegengesetzt, daß nach der ersteren eine (ideell) fortgesetzte Zertheilung einer Verbindung zuletzt auf eine Zerlegung der Verbindung in ihre Bestandtheile führen muß, da nach ihr in der Verbindung die Bestandtheile zwar sehr fein zertheilt, aber doch

noch in ihrer Eigenthümlichkeit und von einander abgesondert enthalten sind; daß nach der zweiten hingegen eine noch so weit fortgesetzt gedachte Zertheilung einer Verbindung nur auf immer kleinere Partikeln der Verbindung, nie aber auf Zerlegung der Verbindung in ihre Bestandtheile führt. Dynamische Ansichten.

Den ersten Versuch einer solchen dynamischen Erklärungsweise machte Kant 1786 in seinem Werke »Metaphysische Gründe der Naturwissenschaft«, und seine Ansichten darüber finden sich noch in mehreren anderen Schriften von ihm niedergelegt. Kant legte der Materie zwei Grundkräfte bei, eine, vermöge welcher sich alle zerstreute Materie zu nähern bestreben soll, eine von außen nach innen wirkende (die anziehende Kraft, vis attractiva), und eine, vermöge welcher die Materie den Raum erfüllt, eine von innen nach außen wirkende (die ausdehnende Kraft, vis expansiva). Die erstere allein gedacht, würde alle Materie in einen Punkt zusammenpressen, die zweite allein gedacht, würde die Materie auf unendliche Räume hin ausdehnen; aus einem Zusammenwirken beider Kräfte sollten sich die Erscheinungen der Materie in begrenzten Räumen erklären lassen. Kant sprach, ohne jedoch auf eine Nachweisung im Einzelnen einzugehen, aus, daß die chemischen Veränderungen, welche mit den Körpern in Hinsicht auf die chemische Verbindung vorgehen, nicht auf der Gestalt und mechanischen Bewegung ihrer kleinsten Theilchen beruhe, sondern nur in der anziehenden und abstoßenden Kraft der Materie begründet sei. — Etwas näher ging auf die Anwendung der dynamischen Ansichten auf den chemischen Proceß Schelling ein. Er definirte 1797 in seinen »Ideen zu einer Philosophie der Natur« die chemische Action als eine qualitative Bewegung, welche den inneren Beschaffenheiten der Materie gemäß sei, und suchte, wie Kant hauptsächlich den Conflict der anziehenden und der ausdehnenden Kraft als Grundursache des Verhaltens der Körper angesehen hatte, überhaupt die chemischen Erscheinungen als Wirkungen des Conflicts sich entgegengesetzter Kräfte darzuthun.

Die chemischen Erscheinungen alle als Folge einer allgemeinen Dynamik anzusehen, fand bald Zustimmung. Unter den Chemikern vom Fach huldigten nur wenige bedeutendere dem dynamischen System; unter ihnen wollen wir hier als bekanntere Namen nennen Winterl in Pesth, von dessen Irrthümern bei der Betrachtung der Ansichten über die Elemente die Rede war, und den in vielfach anderer Beziehung so verdienstvollen Ritter in München, die besonders eifrig waren, mehr oder weniger falsche Beobachtungen als die nothwendigen Resultate einer philosophisch sein sollenden

Dynamische Ansichten.

Betrachtungsweise hinzustellen; besonnener in der Anwendung der Dynamik auf die Chemie war Oerstedt in Copenhagen und besonders Link, damals in Rostock; Gren in Halle, einer der ausgezeichneteren deutschen Chemiker zu Ende des 18. Jahrhunderts, hing gleichfalls der dynamischen Theorie an, beschränkte sich aber doch darauf, die Grundsätze derselben nur mit den allgemeinsten Theilen der Chemie in Verbindung bringen zu wollen, ohne eine Anwendung auf die einzelnen Erfahrungen zu versuchen. Hervorzuheben ist aber, daß im Allgemeinen unter Denen, die dem dynamischen Systeme beitraten und sich hauptsächlich durch lautes Geschrei bemerklich machten, viele waren, welche von der Wissenschaft, die sie auf dynamische Grundlehren zurückführen wollten, Nichts verstanden, sondern deren Thätigkeit sich darauf beschränkte, mit leeren Namen und allgemeinen, nichtssagenden und deßhalb kaum zu widerlegenden Behauptungen großen Mißbrauch zu treiben; nach Willkür wurde von ihnen jeder Körper als Polarstoff oder als im Indifferenzpunkte liegend angesehen, die verschiedenartigsten Kräfte wurden mit einander verglichen, um den Dualismus in die Chemie einzuführen, ohne daß diese Wissenschaft irgendwie dadurch einen Fortschritt gemacht hätte. Die dynamische Theorie, in ihrer Anwendung auf Chemie, gerieth indeß allmälig schon in den ersten sechs Jahren unseres Jahrhunderts unter den eigentlich strebenden Chemikern in weniger Ansehen, als sich immer mehr zeigte, wie Die, welche Thatsachen damit in Uebereinstimmung zu finden oder daraus herzuleiten vorgaben, mit den Anfangskenntnissen der Chemie nicht vertraut waren; als diejenigen Gelehrten selbst, welche ihr huldigten, aber zugleich Einsicht in die chemischen Erfahrungen hatten, z. B. Hildebrandt in Erlangen 1807, anerkannten, daß die auf atomistische Ansichten gegründeten Erklärungen in der Chemie mindestens das richtige Verständniß sehr fördernd seien, und selbst zugestanden, daß es kaum möglich sei, die Verschiedenheit der Materie zu erklären, ohne atomistische Ansichten zu Hülfe zu nehmen. Das dynamische System wurde ganz von den Chemikern aufgegeben, als Dalton's Atomtheorie eine Vorstellung über den Vorgang bei der chemischen Action gab, die mit allen Thatsachen im schönsten Einklange stand, und welcher sich alle späteren Entdeckungen unterordnen ließen. Die dynamische Theorie hat schon von 1812 an für die Chemie nur noch historisches Interesse; sie hat für die Chemie den durch nutzlose Vergeudung mitunter ausgezeichneter Geisteskräfte theuer erkauften Beweis geliefert, daß es bei dem größten Scharfsinne, bei dem

Besitz von noch so tiefen anderweitigen Kenntnissen nicht möglich ist, in der Chemie ohne gründliche Kenntniß der Thatsachen eine allgemeinere Betrachtung mit nur einigem Erfolge durchzuführen.

Die Entdeckung der bestimmten Verbindungsverhältnisse und der multiplen Proportionen (vergl. die Geschichte der Stöchiometrie) führte um so mehr wieder zu der Annahme der Corpusculartheorie, nach welcher alle Verbindungen durch Juxtaposition der kleinsten Theilchen der Bestandtheile entstehen, als die Erklärung der genannten Thatsachen sich aus dieser fast allein und sehr genügend ergab. Die Wichtigkeit der Entdeckung dieser Gesetze ließ von etwa 1808 an die Untersuchungen fast aller Chemiker darauf gerichtet sein, sie nachzuweisen, zu erweitern, und die Specialitäten genauer festzustellen. Von diesem Zeitpunkte an hat man sich weniger mit der Erforschung der Ursache der Affinität beschäftigt, als mit der Bestimmung ihrer Wirkungen, namentlich mit der Aufsuchung der Gesetze, nach welchen sich die Gewichtsmengen der Bestandtheile mit einander vereinigen. Nur einige Versuche wurden gemacht, die Verwandtschaft ihrer Ursache nach oder doch im Zusammenhange mit anderen bekannten Kräften zu erkennen, und diese Versuche führten zu den elektrochemischen Theorien, die auf der Ansicht beruhen, daß die Verwandtschaftserscheinungen durch die elektrischen Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Körper bedingt sind. Um die Entwicklung dieser Theorien nachzuweisen, müssen wir weiter zurückgehen; diese Entwicklung steht im engsten Zusammenhange mit der Erweiterung der Kenntniß über die chemische Kraft der Elektricität, mit der Geschichte des Elektrochemismus, welche wir deßhalb hier abgesondert und vollständiger abhandeln wollen.

Elektrochemismus und elektrochemische Verwandtschaftstheorien.

Erkenntniß der Reibungselektricität.

Von den elektrischen Erscheinungen, deren Erforschung zuletzt einen Zusammenhang derselben mit den Verwandtschaftserscheinungen erkennen ließ, wurden die auf der Reibungselektricität beruhenden zuerst erkannt. Schon den alten Griechen, namentlich dem Thales von Milet, der um das Jahr 600 vor dem Anfange unserer Zeitrechnung lebte, war die Anziehungskraft bekannt, welche der geriebene Bernstein (ἤλεκτρον, woher die Bezeichnung Elektricität) auf leichte Körper äußert. Die Kenntniß dieser Kraft blieb lange Zeit auf dieses einzige Phänomen beschränkt, bis um 1600 die Lehre von der Elektricität dadurch erweitert wurde, daß der Engländer William Gilbert das Glas, den Schwefel, das Harz ebenfalls als Korper erkannte, die durch Reiben elektrisch werden. Otto von Guerike entdeckte um die Mitte des 17. Jahrhunderts das elektrische Licht; bestimmt auf die elektrischen Funken machte indeß zuerst der Engländer Wall 1708 aufmerksam. Ueber die weitere Ausbildung der Reibungselektricität weitläufig zu berichten, ist hier nicht der Ort; ich bemerke nur noch, daß der Unterschied der verschiedenen Körper, was Leitungsfähigkeit der Elektricität angeht, zuerst 1729 durch den Engländer Stephan Gray erkannt wurde, worauf Desagulier 1740 die Eintheilung der Körper überhaupt in an sich elektrische einerseits und in Leiter der Elektricität andererseits einführte. Der Franzose Du Fay unterschied zuerst 1735 die Glaselektricität von der Harzelektricität, und Franklin bezeichnete sie 1747 als sich entgegengesetzt unter den Namen positive und negative Elektricität; die verstärkte Elektricität wurde 1745 durch von Kleist in Pommern und Cunäus und Musschenbroek in Leyden entdeckt; die Elektrisirmaschine wurde in ihrer rohesten Gestalt durch Otto von Guerike bereits ange-

wandt; die Geschichte der Verbesserungen, welche an ihr vorgenommen wurden, bis sie den jetzigen Grad von Brauchbarkeit hatte, kann ich hier nicht geben.

Erkenntniß der chemischen Wirkung der Reibungselektricität.

Was uns hier vorzugsweise interessirt, ist die Anwendung, die man von der Elektricität in chemischer Beziehung gemacht hat. Wir haben hier die Fälle anzugeben, wo zuerst die Elektricität als Mittel der Verbindung von Bestandtheilen oder Zerlegung von Verbindungen angewandt wurde. Priestley hatte bereits 1772 die Raumvergrößerung beobachtet, welche das wiederholte Hindurchschlagen des elektrischen Funkens durch Ammoniakgas hervorbringt, und Berthollet 1785 diese Raumvermehrung als auf einer Zerlegung des Ammoniakgases in seine Bestandtheile beruhend erkannt. Cavendish zeigte 1784, daß die Elektricität auch Bestandtheile zu Verbindungen vereinigen kann, indem er die Bildung von Salpetersäure aus Stickgas und Sauerstoffgas durch den Einfluß des elektrischen Funkens nachwies. Die holländischen Chemiker Deimann und Paets van Troostwyk hatten sogar schon 1789 mittelst der Reibungselektricität das Wasser zerlegt. Hier war also bereits die Ausübung eines chemischen Effects durch die Elektricität beobachtet, aber auch umgekehrt lagen schon Beobachtungen vor, wo man Elektricitätserscheinungen in Folge chemischer Action bemerkt hatte. Bereits 1781 hatten Lavoisier und Laplace mit Hülfe des Volta'schen Condensators Elektricität in Menge erhalten, als sie Eisen in Schwefelsäure oder Salpetersäure, und Kreide in Schwefelsäure auflösten. Doch dachte man damals noch nicht daran, die Elektricitätserscheinungen mit den chemischen in Verbindung zu setzen, und alle diese Beobachtungen gewannen erst ein allgemeineres Interesse, als nach der Entdeckung der galvanischen Säule und durch die Untersuchungen über den Galvanismus ein Zusammenhang zwischen elektrischer und chemischer Action klarer hervortrat.

Erkenntniß der galvanischen Elektricität.

Den ersten Anlaß zu allen den Untersuchungen, die hiermit in Verbindung stehen, gab die Entdeckung Galvani's [1]), welcher 1790

[1]) Aloys Galvani war 1737 zu Bologna geboren, und widmete sich der Medicin, namentlich der vergleichenden Anatomie und der Physiologie. 1762 wurde er Professor der Anatomie in Bologna. Diese Stelle verlor er 1797, als er der damals neu gegründeten cisalpinischen Republik den Eid der Treue zu leisten sich weigerte. In Dürftigkeit starb er 1798.

Erkenntniß der galvanischen Elektricität.

bemerkte, daß die Muskeln eines Frosches in besonders starke Zuckungen geriethen, wenn er einen entblößten Muskel und einen entblößten Nerven dieses Thieres mit zwei verschiedenen Metallen berührte, die ein leitender Bogen verband. Diese Erscheinungen, welche Galvani als Wirkungen einer eigenthümlichen thierischen Elektricität anzusehen geneigt war, wurden zuerst richtiger erklärt durch Volta, der für die Erkenntniß der galvanischen Elektricität von 1792 an durch die scharfsinnigsten Untersuchungen und wichtigsten Entdeckungen unvergleichlich viel gethan hat. Volta stellte zuerst den Satz auf, daß durch die Berührung verschiedenartiger Metalle Elektricität erzeugt wird, und behauptete, daß das Zucken der Muskeln nicht auf einer eigenthümlichen thierischen Elektricität, sondern nur auf dem Durchgange der durch Metallcontact erzeugten Elektricität beruht. Vorzüglich wichtig für das Studium des Galvanismus war Volta's Entdeckung der galvanischen Säule, die er 1800 machte, wodurch zuerst die Physiker in den Stand gesetzt wurden, die galvanische Elektricität verstärkt zu erhalten und sie mit der Reibungselektricität zu vergleichen. Gleich nach der Entdeckung der galvanischen Säule wurden auch ihre chemischen Wirkungen bekannt, und von dieser Zeit an, mit dem Anfange unseres Jahrhunderts, beginnt eine genauere Einsicht in den Zusammenhang zwischen der elektrischen und der chemischen Kraft.

Erkenntniß der chemischen Wirkung der galvanischen Elektricität.

Noch im Jahre 1800 machten die Engländer Nicholson [1]) und Carlisle bei einer gemeinschaftlichen Untersuchung über die Wirkungen der galvanischen Säule die Beobachtung, daß bei der Entladung der Säule durch Wasser eine Gasentwicklung aus dem letzteren statthat, daß das Wasser durch die Elektricität in seine Bestandtheile zerlegt wird, welche beide gasförmig sich entwickeln, wofern die Leitungsdrähte, mit denen das Wasser in Berührung ist, aus nicht oxydirbarem Metall bestehen. (Vergl. die Geschichte des Wassers.) Es war hiermit zuerst die galvanische Elektricität als chemisches Agens erkannt.

Verwandte Erscheinungen wurden nun schnell hintereinander aufgefunden. Schon Nicholson und Carlisle nahmen 1800 wahr, daß

---

[1]) William Nicholson war 1753 zu London geboren. Mit vielem Unternehmungsgeist begabt, hatte er schon in seinem zwanzigsten Jahre zweimal Ostindien besucht; von 1775 bis 1777 hielt er sich auf dem Continent in Handelsgeschäften auf. In dem letzteren Jahre errichtete er eine Erziehungsanstalt in London, die ausgezeichneten Ruf erhielt; zugleich beschäftigte er sich

Erkenntniß der chemischen Wirkung der galvanischen Elektricität.

Lackmustinctur, der Wirkung des galvanischen Stroms ausgesetzt, an dem Zuleitungsdrahte des positiven Pols sich roth färbe, wie von einer Säure, und Cruikshank dehnte diese Beobachtung noch auf andere Pflanzenfarben aus, und bewies die ganz entgegengesetzte Wirkung des negativen Zuleitungsdrahtes, nahm auch bereits die Zersetzung einiger anderer Verbindungen in ihre Bestandtheile wahr. Aber vollständiger wurde erst der zersetzende Einfluß der galvanischen Elektricität auf chemische Verbindungen durch Berzelius und Hisinger erkannt, welche bereits 1803 eine Untersuchung über die Wirkung der voltaischen Säule auf Salze und auf einige Basen publicirten. Sie setzten elf verschiedenartige Salze der Wirkung der galvanischen Elektricität aus, und gelangten zu den höchst wichtigen Resultaten, daß, wenn sich die elektrische Säule durch eine Flüssigkeit entladet, sich die Bestandtheile dieser Flüssigkeit auf eine solche Weise trennen, daß sich die einen um den positiven, die anderen um den negativen Pol ansammeln, und daß sich an dem negativen Pol immer die brennbaren Bestandtheile, Alkalien und Erden, an dem positiven hingegen Sauerstoff, Säuren und oxydirte Körper ausscheiden. Sie erkannten also zuerst den elektrischen Unterschied zwischen Säuren und Basen. Ueber die Ursache dieser Erscheinungen sprachen sie keine bestimmte Ansicht aus, doch äußerten sie, daß es ihnen am natürlichsten scheine, die beobachteten Vorgänge durch Attraction der Elektricität auf die einen und Repulsion derselben auf die anderen Stoffe zu erklären. — Auch die Zersetzung anderer Körper, als die von Salzen, gelang ihnen; so beobachteten sie, daß, wenn Ammoniak durch die galvanische Elektricität zerlegt wird, sich das Stickgas an dem positiven, das Wasserstoffgas an dem negativen Poldrahte ausscheidet.

Berzelius' u. Hisinger's elektrochemische Arbeiten.

Obgleich namentlich durch diese Untersuchung von Berzelius und Hisinger auf eine Abhängigkeit des elektrischen Verhaltens von der chemi-

---

erfolgreich mit Mathematik und Chemie, betheiligte sich aber auch an großartigen Unternehmungen, deren theilweises Mißlingen ihn zuletzt in das Schuldgefängniß brachte. Nach mehrjähriger Haft starb er 1815. Als Schriftsteller hat er sich in unserer Wissenschaft bekannt gemacht durch seine Introduction to natural and experimental philosophy (2 Bde. 1781; deutsche Uebersetzung 1787); Dictionary of Chemistry (2 Bde. 1795); First principles of chemistry (1789, deutsche Uebersetzung 1791). Sein Journal of natural philosophy, chemistry and the arts begann er 1794.

Davy's elektrochemische Arbeiten.

schen Eigenschaft hingedeutet war, so dauerte es doch noch einige Jahre, bis darüber eine zusammenhängende Theorie bestimmter ausgesprochen wurde. Es geschah dies zuerst durch Humphry Davy, dessen elektrochemische Arbeiten von 1806 an die Aufmerksamkeit aller Chemiker auf sich zogen.

Der nächste Anlaß zu Davy's elektrochemischen Untersuchungen war die Prüfung der damals mit großer Zuversicht publicirten Angaben über die Entstehung neuer Körper aus Flüssigkeiten, die nichts davon enthalten, unter dem Einfluß der galvanischen Elektricität. Daß man namentlich aus reinem Wasser durch den Galvanismus Säuren und Alkalien hervorbringen könne, wurde von vielen Seiten im Anfang des 18. Jahrhunderts behauptet. Da die Arbeiten, welche mit diesen Behauptungen in Verbindung stehen, zu der damaligen Zeit als die wichtigsten elektrochemischen galten, so glaube ich dieselben hier besprechen zu müssen.

Bei den ersten Versuchen über Wasserzersetzung wurde bereits die Bildung einer Säure an dem positiven, die Bildung eines Alkali's an dem negativen Zuleitungsdrahte bemerkt, und die oben angegebenen Beobachtungen über die Veränderung der Pflanzenfarben vermittelst galvanischer Elektricität durch diese Bildung neuer Körper erklärt. Auch in Wasser, welchem keine Pflanzentinctur zugesetzt war, wurde die Bildung von Säure und Alkali beobachtet, und Cruikshank bestimmte bereits 1800 die Säure als Salpetersäure, des Alkali als Ammoniak, was von mehreren Naturforschern bestätigt wurde. Andere aber erhielten entgegengesetzte Resultate. Simon stellte viele Versuche in dieser Beziehung an, und behauptete, vollkommen reines Wasser bilde bei Anwendung von Gold- und Platindrähten zum Durchleiten des Galvanismus weder eine Säure noch ein Alkali; nur bei Gegenwart einer, übrigens noch so unbeträchtlichen, Menge von vegetabilischer oder thierischer Substanz gehe diese Säure- und Alkalibildung vor sich, und zwar bilde sich Salzsäure und Ammoniak; nur bei Anwendung von Silberdrähten bilde sich, auch in vollkommen reinem Wasser, Salpetersäure. Noch andere Gelehrte erhielten neben dem Ammoniak nie Salpetersäure, sondern stets Salzsäure. Viel Aufsehen erregte namentlich 1805 die angebliche Entdeckung eines Italieners Francesco Pacchiani, daß durch die Einwirkung der galvanischen Elektricität auf vollkommen reines Wasser Salzsäure und ein fixes Alkali, Natron, gebildet werde, vorzüglich durch die Erklärung, die der Entdecker darüber gab, indem

er annahm, Salzsäure, Chlor und Wasser seien verschiedene Oxydationsstufen des Wasserstoffes, der durch eine Ueberoxydirung sich sogar in Natron verwandeln könne. Die Richtigkeit der Thatsache wurde durch mehrere damals sehr geachtete Autoritaten, von denen ich hier nur Brugnatelli[1]) in Pavia und die Mitglieder der galvanischen Societät in Paris nennen will, als richtig bestätigt; durch andere aber, namentlich durch Ritter, wurde sie sogleich als unrichtig bekämpft, und als Erklärung der Täuschung angegeben, daß doch bei allen Versuchen, wo man mit reinem Wasser zu operiren glaubte, animalische oder vegetabilische Materie mit zugegen gewesen wäre, von welcher die Salzsäure und das Natron abstammen sollte. Davy's elektrochemische Arbeiten

Durch alle diese widersprechenden Angaben war eine große Unsicherheit hinsichtlich der Zersetzung durch Galvanismus hervorgerufen worden, welche aufzuklären um so wichtiger war, als viele damalige Gelehrte glaubten, durch die galvanische Elektricität könne über die Bildung und über die Natur von Stoffen mehr Auskunft erhalten werden, als mit den sonst gewöhnlichen Hülfsmitteln möglich sei; wie denn Viele die Entstehung von Säure und Alkali aus Wasser durch Galvanismus als eine Erzeugung dieser Körper aus ihren Elementarbestandtheilen ansahen. Vollkommenen Aufschluß über alle hierbei vorkommenden Erscheinungen gab zuerst H. Davy, der im Verlauf seiner Untersuchungen die unhaltbaren Schwindeleien vieler seiner Vorgänger über die Zusammensetzung gewisser Körper widerlegte, aber in derselben Beziehung ungleich wichtigere Entdeckungen constatirte. Davy löste 1806 alle Widersprüche, welche die im Vorstehenden erwähnten Angaben verursacht hatten, durch die einfache Darlegung, daß bei Zersetzung von reinem Wasser durch Galvanismus Salzsäure und Natron nur dann auftreten kann, wenn diese Stoffe in den Gefäßen, in denen man das Wasser der Zerlegung unterwirft, schon enthalten sind.

---

[1]) Luigi Brugnatelli, geboren 1750, starb 1818 als Professor der Chemie an der Universität zu Pavia. Er hat sich um die Verbreitung der Chemie in seinem Vaterlande rühmlich verdient gemacht durch seine Elementi di chimica (1795) und besonders durch seine Zeitschriften Annali di chimica (1790 — 1793), Annali di chimica e storia naturale (von 1794 an), Bibliotheca fisica di Europa (1788 — 1791), Giornale fisico-medico (von 1794 an). Gemeinschaftlich mit Configliachi gab er (von 1808 an), das (nach seinem Tode bis 1826 fortgesetzte) Giornale di fisica, chimica e storia naturale heraus.

Davy's elektrochemische Arbeiten.

Dieser Einfluß der Gefäße war allen früheren Naturforschern entgangen; Davy zeigte, daß aus Körpern, die für sich von Wasser gar nicht angegriffen werden, doch Bestandtheile abgeschieden werden können, wenn die Wirkung starker galvanischer Apparate hinzukommt. Je nach dem Material des Gefäßes, welches mit Wasser gefüllt war, in das die Pole der Säule eintauchten, schied er aus Glas das Alkali ab, aus Marmor, Serpentin, und Zeolithen schied er Natron, aus Lepidolith und Lava schied er Kali ab, aus Achat und Basalt erhielt er Salzsäure und Natron. Bot das Gefäß, worin die Zerlegung des Wassers vorgenommen wurde, keine zersetzbare Substanz (bestand es z. B. aus Gold oder Platin), so war die Menge von erzeugter Säure und Alkali äußerst gering; wie schon früher beobachtet worden war, bildete sich in diesem Fall Salpetersäure und Ammoniak, aber nicht, wie Einige früher angenommen hatten, unmittelbar aus den Bestandtheilen des Wassers, sondern auf Kosten des Stickstoffs der in dem Wasser absorbirt gewesenen atmosphärischen Luft.

Die vielfachen Versuche, welche Davy bei dieser Gelegenheit über die Zersetzung von Salzen anstellte (wobei er namentlich noch die interessante Thatsache des Ueberführens der einzelnen Körper durch die Elektricität entdeckte, wenn er die zu zersetzenden Flüssigkeiten in verschiedene, durch befeuchtete Asbeststreifen mit einander communicirende Gefäße brachte, in

Davy's elektrochemische Theorie.

deren eins der positive, in das andere der negative Polardraht tauchte) leiteten ihn zu der Annahme, daß alle Substanzen, welche chemische Affinität zu einander haben, in verschieden elektrischem Zustande sind, und daß die Stärke der Affinität zwischen zwei Körpern proportionirt ist der Intensität der elektrischen Spannung zwischen beiden. — Was Ritter[1]) schon 1798 gemuthmaßt hatte: »da im totalen dynamischen Proceß, dem sogenannten chemischen, auch der partielle, der elektrische, enthalten ist, wie im Ganzen der Theil, so darf die Ankündigung nicht befremden, daß das System der Elektricität zugleich das System der Chemie und umgekehrt

---

[1]) Johann Wilhelm Ritter starb 1810 als Akademiker und Professor zu München. Seine naturhistorischen Forschungen gingen hauptsächlich auf den Galvanismus; zahlreiche Beobachtungen legte er nieder in seinen Schriften: »Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß in dem Thierreiche begleite« (1798); »Beiträge zur näheren Kenntniß des Galvanismus« (1800); »das elektrische System der Körper« (1805); »Physikalisch-chemische Abhandlungen« (1806) u. a.

werden wird«, begann nun von H. Davy auf experimentelle Grundlage hin ausführlicher entwickelt zu werden. Bereits 1806 sprach dieser bestimmt aus, daß chemische Verbindungen und Zersetzungen abgeleitet werden müssen von elektrischen Attractionen und Repulsionen, und daß die chemischen und die elektrischen Erscheinungen von derselben Ursache hervorgebracht werden. Volta's Beobachtungen, daß durch den Contact zweier verschiedener Metalle eine elektrische Spannung erzeugt wird, erweiterte Davy durch die Wahrnehmung, daß allgemein diese Spannung um so stärker sich zeigt, je größer die gegenseitige Verwandtschaft der sich berührenden Körper ist, daß diese elektrische Spannung bei allen denjenigen Körpern hervorgebracht und bemerklich gemacht werden kann, welche gegenseitige Verwandtschaft zu einander besitzen. Noch zeigte er aus seinen Versuchen, daß mit der Temperatur, welche die Stärke der Verwandtschaft der Körper zu einander steigert, auch die Intensität der elektrischen Spannung bei den in Berührung stehenden Körpern erhöht wird. Die allgemeine Schlußfolgerung, welche Davy aus allen seinen Beobachtungen zog, und die er zwar wie oben erwähnt schon früher andeutete, aber namentlich in seinen 1812 erschienenen Elements of chemical Philosophy aussprach, war die, daß chemische Veränderungen und elektrische Veränderungen, wenn auch als verschiedene Erscheinungen, doch als Wirkungen einer und derselben Kraft anzusehen seien; daß elektrische Erscheinungen eintreten, wenn die Körper in größeren Massen auf einander wirken, während die chemischen auf einer Wirkung der kleinsten Theilchen der Körper auf einander beruhen; daß dieselbe Kraft, welche die Körper in die entgegengesetzten Verhältnisse von positiv- und negativ-elektrischem Zustand versetzt und ihnen also Anziehungsvermögen zu einander mittheilt, auch den kleinsten Theilchen der Körper Anziehungsvermögen zu einander ertheilt und sie in den Stand setzt, sich zu chemischen Verbindungen zu vereinigen, wenn sie Freiheit der Bewegung haben. Sowohl die Resultate seiner eben erwähnten Versuche, als auch die bekannte Erscheinung, daß mit der Bildung einer chemischen Verbindung häufig Entwicklung von Licht und Wärme verbunden ist, schienen ihm für diese Folgerung zu sprechen, daß die Verwandtschaft eine Folge elektrischer Spannung sei. Es werden hiernach die Bestandtheile einer Verbindung durch die elektrische Spannung, welche sie durch wechselseitige Berührung einnehmen, vereinigt; bei der Vereinigung tritt eine Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten ein; die elektrochemische

Davy's elektrochemische Theorie.

Davy's elektrochemische Theorie.

Zerlegung ließe sich betrachten als eine Zurückversetzung der kleinsten Theilchen der Bestandtheile in den Zustand, den sie vor ihrer Vereinigung hatten, durch Zuführung der Elektricität, die damals in ihnen frei war. Der Bestandtheil, der auf diese Art bei der elektrochemischen Zerlegung negative Elektricität sich aneignet, indem er aus der Verbindung mit einem andern Körper austritt, wird von dem positiven Polardraht angezogen und scheidet sich an ihm ab. Aber hieraus ergiebt sich auch, daß jener Bestandtheil negativ elektrisch ist, wenn er mit dem andern Körper eine Verbindung eingeht. Das elektrische Verhalten der Körper zu einander läßt sich also daran erkennen, an welchem Polende eines galvanischen Apparats sie aus einer Verbindung ausgeschieden werden; Sauerstoff, Chlor, Säuren z. B. verhalten sich negativ elektrisch gegen Wasserstoff, Metalle und Oxyde, die man als positiv elektrisch gegen die ersteren erkennt, weil Sauerstoff u. s. w. sich aus ihren Verbindungen an dem positiven Polardraht ausscheiden, während Wasserstoff u. s. w. an dem negativen auftreten. Davy nahm übrigens an, die elektrochemische Zersetzung finde nur an den Berührungsstellen der Polardrähte mit der zu zersetzenden Flüssigkeit Statt; in dieser Beziehung stimmte er mit allen seinen Zeitgenossen überein, namentlich mit Grotthuß, der 1805 die erste annehmbare Erklärung dafür gab, weßhalb die getrennten Bestandtheile nur an den Polardrähten, nicht in dem Raume zwischen ihnen, sich ausscheiden, indem er annahm, der an dem einen Polardraht nicht sich abscheidende Bestandtheil verbinde sich mit dem zunächst gelegenen andern des benachbarten Atoms der Verbindung, und so pflanze sich die Zersetzung bis zu dem andern Polardraht fort, wobei indeß die in dem Raume zwischen den Polardrähten stattfindenden Zersetzungen und Bildungen der Verbindung nicht wahrnehmbar sein können (vergl. I. Theil Seite 407).

Davy's Theorie fand um so mehr Eingang unter den Chemikern, um je wichtiger die neuen Thatsachen waren, welche er im Verfolg seiner Untersuchungen auffand; diese experimentellen Entdeckungen über die Zersetzung von Verbindungen durch Galvanismus schienen eine Bestätigung der theoretischen Ansichten des Entdeckers zu sein. Die Einzelnheiten der Resultate, welche Davy hinsichtlich der Zerlegung chemischer Verbindungen von 1807 an erlangte, habe ich zum Theil schon im I. Thle. S. 378 berührt, und werde auf die wichtigsten noch in dem folgenden Theile zurückkommen.

Davy's elektrochemische Theorie.

Nach Davy's Theorie sollte die Elektricität, welche durch den Contact heterogener Körper hervorgebracht wird, zugleich der Ausdruck für die chemische Verwandtschaft dieser Körper unter sich sein; er sah in der Berührung heterogener Körper jedenfalls die erste Bedingung zur Erzeugung einer elektrischen Spannung, wenn er auch zugestand, daß chemische Veränderungen der heterogenen Körper zur Erhaltung eines elektrischen Stromes nothwendig seien. Insofern seine Theorie auf diese Ansicht sich gründete, mußte sie von ihrer allgemeinen Autorität verlieren, sobald nicht mehr allgemein der Contact als Ursache der Elektricitätserzeugung angenommen wurde. Daß aber dies der Fall sei, wurde, früherer wiedersprechender Behauptungen nicht zu gedenken, vorzüglich seit 1821 etwa bestritten, und Wollaston war es hauptsächlich, der zu beweisen suchte, daß bloßer Contact nie Elektricitätserscheinungen hervorbringen könne, sondern daß die Erregung einer elektrischen Spannung bei den galvanischen Vorgängen nur auf der chemischen Einwirkung der verschiedenen Körper auf einander beruhe, daß hierbei die Elektricitätsäußerung Folge des chemischen Processes sei. Es gehört ausschließlich in die Geschichte der Physik, den Streit zwischen den Anhängern der Contact- und denen der chemischen Theorie des Galvanismus zu verfolgen, und es würde die hier einzuhaltenden Grenzen weit überschreiten, auf eine historische Entwicklung dieser noch unentschiedenen Streitfrage einzugehen. Für uns ist hier nur zu bemerken, daß die Zulässigkeit der Davy'schen Theorie um so mehr in Zweifel gezogen wurde, je mehr die Chemiker sich von der Contacttheorie lossagten, und wir haben nun die anderen Theorien zu betrachten, welche später aufgestellt wurden, um die Affinitätserscheinungen als Folgen des elektrischen Zustandes der Körper zu erklären, ohne jedoch als alleinige Quelle der elektrischen Spannung den Contact verschiedenartiger Körper vorauszusetzen. In Bezug für die Chemie ist nur diejenige Ansicht von Wichtigkeit geworden, nach welcher jedes einzelne Atom eines jeden Stoffes zwei Pole besitzt, die mit entgegengesetzter Elektricität begabt sind. Es dürfte indeß um so unnöthiger sein, diese Theorie in der Ausbildung, wie sie Berzelius aufgestellt hat, hier weitläufig zu besprechen, als sie die noch immer fast von allen Chemikern angenommene ist, und somit der Geschichte der Chemie noch nicht anheimgefallen erscheint. Nur in Beziehung auf die Zeit ihrer Entstehung und einiges sonstige damit im Zusammenhang Befindliche mögen hier wenige Andeutungen Platz finden.

Schweigger's elektrochemische Theorie.

Den ersten Versuch einer Theorie, wonach den kleinsten Theilchen der Körper Pole mit entgegengesetzter Elektricität zugeschrieben werden, und diese Polarität als die Ursache der chemischen Erscheinungen angesehen wird, machte Schweigger [1]). Bereits von 1812 an, also schon zu einer Zeit, wo die Davy'sche Theorie noch fast allgemein als richtig anerkannt war, stellte er eine krystallelektrische Theorie, wie er sie nannte, auf, welche nicht allein die Affinitätserscheinungen, sondern auch die physikalischen Verhältnisse der Körper, namentlich den Aggregationszustand, erklären sollte. Er dachte sich alle Körper als aus krystallinischen kleinsten Theilchen (Differentialen, die er jedoch von den eigentlichen Atomen unterschied) bestehend, deren Krystallgestalt die der Körper selbst ist; ein solches krystallinisches kleinstes Theilchen soll so viele Pole haben, als seiner Gestalt Ecken zukommen. Die sich diametral entgegengesetzten Pole enthalten entgegengesetzte Elektricitäten, so lange der Körper fest oder tropfbar flüssig bleibt; ist der Körper fest, so stehen die freien Elektricitäten in den entgegengesetzten Polen nicht im Gleichgewicht mit einander, sondern in den Säuren z. B. enthalten die negativen Pole mehr freie Elektricität als die positiven, während in den Oxyden das Umgekehrte stattfindet. Mit dem Flüssigwerden eines Körpers soll diese Verschiedenheit in der Stärke der entgegengesetzten Elektricitäten aufhören, also dann die freie Elektricität der negativen Pole mit der freien Elektricität der positiven Pole gleich stark sein; aus diesem Gleichgewicht der Elektricitäten in Flüssigkeiten soll die leichte Verschiebbarkeit der kleinsten Theilchen als Folge hervorgehen. Der Uebergang in den elastisch flüssigen

[1]) Johann Salomo Christoph Schweigger ist zu Erlangen 1779 geboren. Er studirte in seiner Vaterstadt die Naturwissenschaften, und habilitirte sich daselbst 1800 als Privatdocent. 1803 wurde er zum Professor der Mathematik und Physik an dem Gymnasium zu Baireuth ernannt, 1811 übernahm er dieselbe Lehrstelle an der Gewerbsschule zu Nürnberg. Nach einer 1816 durch Frankreich und England unternommenen Reise lebte er ein Jahr in München als Mitglied der dortigen Akademie; dann übernahm er die Professur der Physik und Chemie in Erlangen. 1819 folgte er einer Berufung für dieselben Lehrfächer nach Halle. 1811 hatte er die Redaction des von Gehlen bisher geleiteten Journals für Physik und Chemie übernommen, welches er bis 1833 herausgab. — In der Geschichte der Physik ist sein Name durch die Erfindung des Multiplicators zur Messung galvanischer Ströme (1820) ausgezeichnet; in der letzten Zeit beschäftigten ihn vorzugsweise Untersuchungen über die naturhistorischen Kenntnisse und ihre mysteriöse Bezeichnung bei den Völkern des Alterthums.

Zustand soll endlich darauf beruhen, daß alle Pole eines Körpers dieselbe Elektricität annehmen, indem die Expansionskraft der Gasarten als elektrische Abstoßung angesehen wird. — Die chemische Verbindung beruht nach Schweigger auf der Anziehung entgegengesetzt elektrischer Pole der kleinsten Theilchen verschiedener Körper; die Resultate, die hieraus abgeleitet werden, stehen im Einklang mit der Lehre von den bestimmten Verbindungsverhältnissen, insofern Schweigger doch seinen hypothetischen krystallinischen kleinsten Theilchen im Wesentlichen, namentlich in Beziehung auf Gewichtsverhältnisse, die Eigenschaften beilegte, die den Atomen im chemischen Sinne zukommen. So z. B. erklärte Schweigger, indem er die Zahl der Pole an einem kleinsten Theilchen beschränkt annahm, und aus der Definition der Bildung einer chemischen Verbindung als einer Aneinanderlagerung entgegengesetzt elektrischer Pole der Bestandtheile, daß chemische Verbindungen nicht nach allen möglichen, sondern nur nach wenigen Verhältnissen statthaben können. Schweigger's elektrochemische Theorie

Schweigger's Theorie erfreuete sich nie allgemeineren Beifalls. In ihr finden sich indeß zwei Punkte, welche hervorgehoben zu werden verdienen, weil sie sich in der elektrochemischen Theorie, die später die herrschende wurde und noch die verbreitetste ist, wieder finden. Ich meine die Annahme von Polen in Einem kleinsten Theilchen eines Körpers und die Annahme von verschieden großer Menge oder Intensität freier Elektricität in jedem dieser Pole, welche beide auch Berzelius seiner scharfsinnigen elektrochemischen Theorie zu Grunde legte.

Berzelius stellte seine elektrochemische Theorie 1819 vollständig auf; von 1813 an jedoch erwähnte er bereits dahin Bezügliches. Diese Theorie war allen chemischen Erfahrungen so gut angepaßt, daß noch keine neuere Beobachtung sie widerlegt hat. Berzelius nahm eine elektrische Polarität der Atome aller Körper an, wobei die Menge der Elektricität in dem einen Pol der in dem andern nicht gleich zu sein braucht, sondern sie überwiegen kann. So hat in dem Sauerstoff die negative, in dem Kalium die positive Elektricität das Uebergewicht. Von dem größeren oder geringeren Vorwalten der Elektricität des einen Pols gegen die des andern hängt die Stelle ab, welche ein Körper in der elektrischen Reihe einnimmt. Berzelius berücksichtigte aber noch außerdem, daß die absolute Menge der in einem Pole vorhandenen Elektricität bei verschiedenen Körpern ver- Berzelius' elektrochemische Theorie.

Berzelius' elektrochemische Theorie.

schieden sein könne, und diese Verschiedenheit in der absoluten Menge der in einem Pole enthaltenen Elektricität bei verschiedenen Körpern bezeichnete er als Intensität der Polarisation. Berzelius sprach aus, daß die Affinität nur in der Intensität der elektrischen Polarisation besteht, und daß die letztere von der Temperatur abhängig ist. Chemische Verbindung beruht hiernach auf dem Aneinanderlagern der entgegengesetzt elektrischen Pole der kleinsten Theilchen zweier verschiedener Körper, wobei sich die entgegengesetzten Elektricitäten dieser Pole zu Wärme und Feuer verbinden, und vollständige oder theilweise Neutralisation der entgegengesetzten Elektricitäten eintritt. Es stellte sich hiernach die Erfahrung, daß die Verwandtschaftsäußerungen besonders dann eintreten, wenn beide auf einander wirkende Körper, oder doch wenigstens einer derselben, flüssig sind, einfach als Folge dieser elektrochemischen Theorie heraus, indem die chemische Vereinigung, das Aneinanderlagern der entgegengesetzt elektrischen Pole der verschiedenen Körper, nur dann vor sich gehen kann, wenn diese kleinsten Theilchen hinlängliche Freiheit der Bewegung haben. Berzelius kam zu dem Schluß, daß, was wir chemische Affinität oder Verwandtschaft nennen, mit allen ihren Abänderungen, nichts anderes ist, als die Wirkung der elektrischen Polarität der kleinsten Körpertheilchen, daß also die Elektricität die erste Ursache aller chemischen Wirkungen ist.

Wir haben so die Betrachtung der verschiedenen Theorien über die Affinität von der frühesten Zeit, wo Ansichten über diesen Gegenstand ausgesprochen wurden, bis auf die Gegenwart fortgesetzt. Bei der Berzelius'schen Theorie konnte sich um so kürzer gefaßt werden, da sie die noch von den meisten Chemikern angenommene ist, und ihre Erörterung deßhalb passender in den Lehrbüchern, als in einer Geschichte der Chemie ihren Platz findet. Dieselbe Rücksicht läßt die Besprechung einiger neueren elektrochemischen Theorien und mehrerer anderen, noch schwebenden, Fragen hier unterbleiben; unerwähnt darf jedoch bei einer geschichtlichen Darstellung der Bemühungen, einen Zusammenhang zwischen Elektricitäts- und Affinitätserscheinungen zu begründen, die wichtige Entdeckung Faraday's nicht bleiben, der 1834 auffand, daß ein gleich starker elektrischer Strom, durch verschiedene zersetzbare Körper nach einander geleitet, aus ihnen allen gleiche Aequivalente der verbundenen Körper abscheidet. Es bringt diese Entdeckung die Lehre von dem Elektrochemismus in einen innigeren Zusammenhang

mit den Gesetzen der Affinität hinsichtlich der Quantitäten, in welchen sich die verschiedenen Stoffe vereinigen; man kann fast von allen früheren Bestrebungen und Theorien in dieser Beziehung sagen, daß sie nur die qualitativen Erscheinungen der Verwandtschaft zu erklären beabsichtigten. — Die quantitativen Verhältnisse, welche bei der Vereinigung heterogener Stoffe zu einer chemischen Verbindung sich zeigen, haben wir im Vorhergehenden noch nicht oder doch nur in der Art, wie sie gerade zum Verständniß einzelner Theorien über das Wesen der Verwandtschaft zu beruckſichtigen waren, erwähnt. Wir wollen die Art, wie die Gesetze über die Gewichtsverhältnisse der verschiedenen Bestandtheile bei der Vereinigung zu einer Verbindung erkannt wurden, nun zum Gegenstand einer besonderen Untersuchung machen. Wir haben diesen Gegenstand als einen einzelnen Theil der Lehre von der Eigenthümlichkeit und der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen zu betrachten, um einen klaren Ueberblick darüber zu gewinnen; Einiges über die Erkenntniß des Begriffs einer chemischen Verbindung ist deßhalb noch vorauszuschicken.

Erkenntniß des Begriff's: chemische Verbindung.

Frühere Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

Zweck des vorliegenden Abschnittes ist, zu untersuchen, wie sich die Ansichten entwickelten und berichtigten über die chemische Verbindung, wie man zuletzt dazu kam, sie anzusehen als das Product, entstanden aus dem Zusammentreten von Bestandtheilen, welche darin nach ihrer Natur noch unverändert enthalten sind und daraus wieder abgeschieden werden können.

In den frühesten Zeiten der Chemie wurde im Allgemeinen jeder durch besondere Eigenschaften ausgezeichnete Körper als ein ens sui generis betrachtet, als ein eigenthümlicher Körper, bei welchem die Zusammensetzung kaum ein Gegenstand eigentlicher Untersuchung war. Die Bildung eines neuen Körpers durch das Aufeinanderwirken verschiedener Substanzen wurde als ein wahres Schaffen angesehen, nicht als ein Vereinigen verschiedener Bestandtheile zu einer Verbindung oder als ein Abscheiden eines Bestandtheils zu einer Verbindung. Wo vor dem 16. Jahrhundert davon die Rede ist, daß ein bestimmter Körper ein Bestandtheil eines andern sei, daß er schon fertig gebildet in einem andern enthalten sei, scheint im Allgemeinen der Begriff einer Mischung, nicht der einer chemischen Verbindung, vorgewaltet zu haben. In diesem Sinne ist z. B. früh von Erzen die Rede, welche bestimmte Metalle enthalten, in diesem Sinne ist von dem Salz als einem Bestandtheil des Salzwassers die Rede. Es scheint im Allgemeinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte die herrschende Ansicht gewesen zu sein, daß mit dem chemischen Einwirken zweier Körper auf einander die eigenthümliche Natur eines jeden von diesen vernichtet wird, daß der aus ihnen entstehende Körper ein neuer ist, an Eigenthümlichkeit jedem der früheren vergleichbar. Wo wir jetzt sagen: wir können aus einem bestimmten Körper einen eigenthümlichen ausscheiden, da sagte man früher: jener

bestimmte Körper ist geschickt, um diesen eigenthümlichen hervorzubringen; die Darstellung wurde gewissermaßer als ein Act des Schaffens betrachtet. Die von Einigen, z. B. von Geber, geäußerten Ansichten über die Zusammensetzung einiger Körper, deren wir gleich erwähnen werden, waren nur theoretische, die hinsichtlich der Anstellung und Erklärung der chemischen Processe nicht den geringsten Einfluß ausüben. Nur aus einer solchen Anschauungsweise der Eigenthümlichkeit jedes chemisch individuellen Stoffes, nur aus einer solchen Ansicht, daß die Darstellung eines jeden Körpers ein Schaffen von etwas vorher noch nicht Existirendem sei, läßt es sich erklären, wie von so Vielen die Möglichkeit der Hervorbringung von Gold, Silber u. s. w. vertheidigt wurde, wie von Paracelsus im 16. Jahrhundert das Entstehen von Kupfer in einer Auflösung von blauem Vitriol, in welche man metallisches Eisen legt, als eine Hervorbringung von vorher noch nicht existirt habendem Kupfer angesehen wurde (eine Meinung, die sich bis in das 17. Jahrhundert erhielt), wie dieser Proceß als gleich wichtig und gleich wunderbar betrachtet wurde mit dem angeblichen, daß durch eine gewisse Behandlung des salpetersauren Bleies mit Salmiak und Aetzkali wirkliches Quecksilber erhalten werden könne.

Frühere Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

Eine klarere Einsicht über das Verhältniß einer Verbindung zu ihren Bestandtheilen entwickelte sich erst im 17. Jahrhundert. Daß einzelne Körper zusammengesetzt sind, und zwar, daß ähnliche Körper aus ähnlichen Bestandtheilen bestehen, findet sich zwar schon bei Geber erwähnt. Bei der speciellen Betrachtung dieses Chemikers (Theil I, Seite 55) habe ich schon seiner Ansichten über die Constitution der Metalle gedacht, und werde bei Betrachtung der verschiedenen Meinungen über die Metalle noch einmal darauf zurückkommen. Hier genügt es, kurz zu erinnern, daß Geber alle Metalle als aus Quecksilber und Schwefel (von verschiedener Reinheit und in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden) zusammengesetzt ansah. Geber betrachtete Quecksilber und Schwefel als wahre Bestandtheile der Metalle, aber diese Bestandtheile waren nicht darstellbar; was er in dieser Beziehung Quecksilber und Schwefel nannte, waren nicht die unter diesem Namen wirklich existirenden Substanzen. Insofern hat Geber's Ansicht wenig Licht auf das Verhältniß zwischen einer Verbindung und ihren Bestandtheilen geworfen; eine Erkenntniß dieses Verhältnisses konnte erst dann sich Bahn brechen, als man verschiedene Stoffe in darstellbare Bestandtheile zu zerlegen suchte, als man bestimmte Körper, die

Geber's Ansicht darüber.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

eine Verbindung zu Wege bringen können, in dieser Verbindung nachzuweisen suchte.

Während des ganzen Zeitalters der Alchemie blieb der richtige Begriff der chemischen Verbindung unbekannt. Aeußerte auch der eine oder andere Chemiker naturgemäße Ansichten, so wurden diese doch keineswegs allgemein angenommen. So z. B. sprach Norton schon 1477 in seinem Crede mihi aus, daß die Metalle in ihren Auflösungen noch unverändert enthalten sind: Metalla manent in sua integra compositione, cum ab aquis fortibus dissolvuntur; allein alle seine Zeitgenossen und nächsten Nachfolger waren doch noch der Meinung, ein Bestandtheil, der in eine Verbindung eingehe, werde dadurch seiner ganzen Natur nach vernichtet. Erst gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts erscheinen einzelne Andeutungen über einen richtigeren Begriff der chemischen Verbindung. Angelus Saka betrachtete schon in seiner Synopsis aphorismorum chymiatricorum (1620) den Salmiak als aus Salzsäure und flüchtigem Laugensalz zusammengesetzt, und derselbe wußte, daß das Kupfer, was sich durch Eisen aus einer Lösung von Vitriol niederschlagen läßt, in dem letzteren Körper bereits enthalten ist. Aber als den ersten Chemiker, welcher sich klarer ausgesprochen hat, haben wir van Helmont zu nennen. In seinen 1648 herausgekommenen Schriften (er starb schon 1644) wird zuerst die Meinung ausgesprochen, daß ein Metall, in einer Säure gelöst, doch noch darin mit allen seinen Eigenthümlichkeiten enthalten ist; daß das Metall nicht durch diese Verbindung mit der Säure von Grund aus zerstört wird und sich ein neuer ganz eigenthümlicher Körper bildet, sondern daß sich in der Auflösung noch das Metall unverändert befindet. Er spricht dies besonders aus, wo er von der Auflösung des Silbers in Salpetersäure redet: Licet argentum, in chrysulca dissolutum, periisse, quatenus aquae forma, videatur, permanet tamen in pristina sui essentia; prout sal in aqua solutum, sal est, manet, et inde reperitur, sine salis mutatione. Auf diese Ansicht gestützt, suchte er zu beweisen, daß das niederfallende Kupfer, bei dem Einlegen von Eisen in Cementwasser, kein neu geschaffenes sei, daß hierbei keine Metallverwandlung eintrete, sondern daß der Vorgang darauf beruhe, daß in dem Cementwasser bereits Kupfer enthalten sei. — Auch hebt er noch besonders und an verschiedenen Stellen hervor, daß ein Körper, mit einem andern vereinigt, und dann wieder abgeschieden, dasselbe Gewicht zeigt, wie zuvor. Namentlich zeigt er dies an der Kieselerde, die er mit Kali zu Glas

Van Helmont's Ansicht darüber.

schmelzen, auflösen und mit Säure wieder niederschlagen läßt, wo nach ihm niederfällt arena eodem pondere, quae prius, faciundo vitro, aptabatur, oder auch: separatur ab alcali, pondere pristini pulveris lapidum. Daraus schließt er: Terra ergo immutata persistit. — Ebenso hat van Helmont zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß sich bei Bildung chemischer Verbindungen häufig Wärmeentwicklung zeigt.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

Weiter noch in der Erkenntniß der Bestandtheile vieler Verbindungen drang Glauber vor. Er hatte in die Zusammensetzung der meisten zu der damaligen Zeit bekannten Salze klare Einsicht, er hatte sie sich verschafft theils durch Beachtung des Umstandes, aus welchen Bestandtheilen eine Verbindung gebildet wird, theils durch Untersuchung, in welche Bestandtheile sich eine Verbindung zerlegen läßt. Glauber hat sich besonders in seinem Werke novi furni philosophici, 1648, darüber mehrfach ausgesprochen, und aus diesem ist die folgende kurze Darstellung seiner Kenntnisse über die qualitative Constitution der Verbindungen entnommen. Er kannte die Zusammensetzung der Salze, welche aus der Vereinigung der Schwefel- und Salpetersäure mit den fixen und flüchtigen Alkalien hervorgehen, und die zum Theil lange noch nach ihm benannt wurden; hinsichtlich der Zusammensetzung des Salmiaks sagte er richtig: »in dem sal armoniac sind zweierlei Salien, nämlich ein sal acidum, commune, und ein sal volatile urinae.« Er kannte auch die Zusammensetzung mehrerer Metallchloride, welche er auf ähnliche Weise darstellte, wie das Antimonchlorid, und die Zusammensetzung dieses letzteren Körpers giebt er in verschiedenen Stellen richtig an: »Wiewohl das schwere und dicke oleum antimonii, welches man Butyrum nennt, — — nichts anders ist, als ein spiritus salis, darin der regulus Antimonii solvirt ist«, und: »daraus zu schließen, daß solches dicke oleum nichts anders sei, als eine solutio Antimonii cum spiritu salis: weilen der Spiritus Salis und Flores Antimonii eben ein solches dicke oleum oder butyrum geben.« In dieser Art bestimmte Glauber die Zusammensetzung verschiedener Verbindungen; sein Verdienst hierum ist um so größer, da er, was die genaue Angabe der näheren Bestandtheile einer Verbindung angeht, keinen Vorgänger hatte.

Glauber's Kenntnisse darüber.

In den zunächst folgenden Jahren wird die Kenntniß der Zusammensetzung einzelner Verbindungen immer allgemeiner. Sylvius de le Boë und Otto Tachenius kannten die Bestandtheile mehrerer Salze; ihre Schriften, woraus dies hervorgeht, fallen zwischen 1660 und 1670.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boyle's Ansichten.

Der nächste Chemiker indeß, welcher die Kenntnisse in dieser Beziehung wesentlich förderte, war Boyle; seine Arbeiten hierüber gehören der Zeit von 1660 bis 1680 an. Bereits oben, Seite 307 dieses Bandes, habe ich eine Stelle mitgetheilt, aus welcher seine klare Einsicht in die Zusammensetzung mehrerer Schwefelverbindungen hervorgeht; aber ganz allgemein zeigt er über die Verhältnisse der Bestandtheile unter einander und zu ihren Verbindungen sehr genügende Kenntnisse. Bei ihm zuerst finden wir die Unterschiede zwischen einfacheren und complicirteren Verbindungen, zwischen näheren und entfernteren Bestandtheilen hervorgehoben. In seinem Chemista scepticus (1661) sagt er: Licet enim nonnulla (corpora) ex coalitionibus immediatis elementorum, ipsorumve principiorum, constare videantur, exindeque prima mista, seu mista primaria possint appellari: videtur tamen, multa corpora misceri, ut sic dicam, secundario, cum immediata ipsorum ingredientia non sint elementaria, sed haec mista primaria modo commemorata, atque ex pluribus eorum, quae sunt generis hujus secundarii mixtorum, emergere per ulteriorem compositionem potest tertium genus, et ita deinceps. — Boyle hatte den Begriff der chemischen Verbindung so wohl gefaßt, daß es ihm sogar möglich war, sich eine Frage vorzulegen, die noch in der neuesten Zeit erörtert wird; nämlich ob Verbindungen von ungleicher Ordnung sich wieder vereinigen können, z. B. ein Element mit einer Verbindung, oder ob auch zwischen Substanzen von verschiedenem Grade der Zusammensetzung weitere Vereinigung möglich ist. Er entschied sich für das letztere: Neque est improbabile, quaedam corpora ex corporibus mixtis, non quae omnia ejusdem sint ordinis, sed diversorum, constitui; ut (exempli causa) concretum aliquod constare ex ingredientibus potest, quorum unum potuit esse corpus mixtum primarium, alterum vero secundarium; — — vel forte compositum esse ex mixtis corporibus potest, quorum alia ad primum, alia ad tertium genus pertinent. — Aber nicht nur für die theoretische Anschauung der Verbindung, sondern auch für die praktische Ausmittelung der Bestandtheile hat Boyle viel gethan. In der geschichtlichen Uebersicht der Ausbildung der analytischen Chemie sind mehrfach Belege enthalten, wie er die Bestandtheile der verschiedenartigsten Verbindungen zu bestimmen mit Erfolg versuchte. Ich brauche mich deßhalb hier nicht länger mit einer Aufzählung der Körper aufzuhalten, deren qualitative Zusammensetzung Boyle richtig erkannte; bemerken will ich indeß

noch, daß auch für ihn es hauptsächlich die Salze waren, deren Zusammensetzung er zu bestimmen suchte. In Verbindung hiermit steht noch eine Beobachtung von ihm, die zwar schon den älteren Chemikern nicht entgangen sein konnte, die ich indeß bei Boyle zuerst bestimmt ausgesprochen finde, daß nämlich die hervorstechendsten Eigenschaften der Bestandtheile verschwinden, wenn diese sich zu Verbindungen vereinigen. Besonders fiel ihm auf, daß in den Salzen die ätzende Eigenschaft beider Bestandtheile, der Säuren wie der Laugensalze, verschwunden ist, und er schenkte dem Gegenstande gebührende Aufmerksamkeit. In seinem Werke Tentamina quaedam physiologica (welches 1661 herauskam) spricht er, wo er von dem Salpeter handelt, ganz allgemein aus, daß zwei vollkommen unähnliche Körper sich in der Art verbinden können, ut ex utriusque arcto coalitu tertium quoddam corpus progeneretur qualitatibus novis imbutum. Boyle wußte indeß, daß wenn auch die Eigenschaften der Bestandtheile in der Verbindung untergehen, ähnliche Eigenschaften der Verbindungen doch oft auf eine gewisse Analogie in der Zusammensetzung schließen lassen; daß z. B. die blaue oder grüne Farbe eines Salzes eine Andeutung von Gehalt an Kupfer ist, daß Körper von bestimmten chemischen Eigenschaften, wie Säuren und Alkalien, bei ihrer Verbindung immer Körper von gemeinsamen Eigenschaften, salzartige Verbindungen, geben.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boyle's Ansichten.

Wenige von Boyle's unmittelbarsten Nachfolgern haben für die Erkenntniß der Natur der chemischen Verbindungen so viel gethan, als er. Gleichzeitig mit ihm, 1668, beschäftigte sich noch ein anderer englischer Gelehrter, Mayow, mit der Untersuchung des Verhältnisses der Bestandtheile zu der Verbindung, welche sie bilden. Mayow's Untersuchungen gingen weniger darauf, für viele einzelne Fälle die Zusammensetzung auszumitteln, aber seine klare Einsicht in das Allgemeine der Sache ist bemerkenswerth. Er sprach aus, daß bei Bildung einer chemischen Verbindung von den Bestandtheilen Nichts verloren geht; daß wenn auch die entstehende Verbindung ganz andere Eigenschaften erkennen läßt, als vorher die Bestandtheile einzeln zeigten, doch keine annihilatio, wie er sich ausdrückt, der Bestandtheile stattfindet; daß die Bestandtheile mit allen ihren Eigenschaften, unverändert, in eine Verbindung eintreten, und unverändert wieder daraus dargestellt werden können.

Eben dasselbe bemühte sich auch noch Boerhave 1732 zu zeigen; ein Beweis, daß selbst noch zu dieser Zeit es nicht ganz allgemein aner-

Boerhave's Ansichten.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boerhave's Ansichten.

kannt war, daß chemische Verbindung nur innige Vereinigung zweier Körper, nicht das Schaffen einer ganz neuen Substanz, ist. Boerhave sucht den Beweis zu führen, daß das Lösungsmittel, indem es sich mit dem aufzulösenden Körper verbindet, die kleinsten Theilchen des letzteren, also seine chemische Eigenthümlichkeit, unverändert läßt. Er spricht von der Veränderung der Eigenschaften, welche unter diesen Umständen eintritt: (Illa mutatio) vix autem apparet tribuenda verae et propriae mutationi introductae a menstruo in particulas ipsas solutas. Novi equidem principes in chemia autores aliter censere; ipsa tamen res sententiae modo prolatae favet. Und nun zeigt er, daß die edlen Metalle, in was immer aufgelöst, unverändert durch Glühen wieder erhalten werden können, daß es mit allen anderen Substanzen ähnlich sich verhält, daß also bei der Lösung (bei der chemischen Verbindung) die kleinsten Theilchen des zu Lösenden, seine individuelle chemische Natur, nicht geändert wird. Selten nur, sagt Boerhave, würden die Elemente durch Eingehen in eine Verbindung chemisch abgeändert, und auch dann wohl nur scheinbar; wie Boerhave diesen Satz durchgeführt hat, ist zu charakteristisch für die damaligen Kenntnisse über chemische Verbindung, als daß ich es hier nicht erwähnen sollte. Er sagt, es gäbe allerdings gewisse Fälle, wo man Ursache haben könnte, anzunehmen, ein Bestandtheil, der in eine Verbindung eingehe, sei nun in dieser nicht mehr unverändert enthalten. So z. B. wenn man Essig mit Bleikalk verbinde, erhalte man Bleizucker, und ob in diesem noch Essig enthalten sei, stehe dahin, denn bei der Destillation erhalte man keinen Essig, sondern eine entzündliche Flüssigkeit eigener Art. Ob aber hier wirklich eine Verwandlung der Essigsäure anzunehmen sei? Boerhave glaubt nein, denn es gebe so viele Beispiele, wo die Eigenschaften eines Körpers sich scheinbar ändern, ohne daß doch die Natur des Körpers geändert werde. Ein scharfes Messer bleibe was es ist, ob es nun in eine Scheide eingehüllt sei oder nicht; aber seine Wirkungen, seine Eigenschaften seien in beiden Fällen sehr verschieden. So auch sei es möglich, daß der Essig bei der Destillation des Bleizuckers gewisse Bleitheilchen mit herüberführe, deren Beimischung die ursprünglichen Eigenschaften des Essigs nicht mehr erkennen lasse. Diese Erklärung hält Boerhave mindestens für wahrscheinlicher, als die Annahme, ein Körper werde durch Eintritt in eine Verbindung wirklich seiner ganzen Natur nach zerstört. — Boerhave'n kommt auch noch das Verdienst zu, hauptsächlich den Unterschied zwischen chemischer

Verbindung und mechanischer Mengung hervorgehoben zu haben. Er sagt, eine chemische Verbinoung sei die, wo sich in der Ruhe die Bestandtheile nicht von einander sondern, wenn sie auch ein sehr verschiedenes specifisches Gewicht haben; bei Mengungen hingegen, namentlich bei der von Flüssigkeiten, trete eine solche Absonderung ein. Als weiteres Kennzeichen einer chemischen Verbindung hebt er hervor, daß eine solche in ihren kleinsten Theilchen überall homogene Zusammensetzung zeige, während dieses bei mechanischen Mengungen nicht der Fall sei. — Die Wärmeentwicklung und das Verschwinden der charakteristischen Eigenschaften der Bestandtheile bei Bildung einer chemischen Verbindung bespricht Boerhave als eine bekannte Sache.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boerhave's Ansichten.

Von Boerhave's Zeit an wird der Begriff der chemischen Verbindung allgemeiner richtig aufgefaßt; es werden darin als Bestandtheile Körper angenommen, auf welche entweder das Experiment hinführt, welche darstellbar sind, oder welche als nothwendige Folge einer anerkannten Theorie darin vorausgesetzt werden müssen. Die Ausmittelung der Bestandtheile einer Verbindung mit Rücksicht auf die der Eigenschaften der letzteren gewann an Wichtigkeit, als der Grundsatz immer mehr durchdrang, daß analoges Verhalten, gemeinsames Stattfinden Einer ausgezeichneten Eigenschaft bei mehreren Verbindungen, überhaupt den Gehalt an Einem bestimmten Bestandtheile anzeige. Dieser Grundsatz wurde hauptsächlich in dem ersten Viertel des 18. Jahrhunderts geltend gemacht, als die phlogistische Theorie sich erhob, wo die wichtigste chemische Eigenschaft, die Verbrennlichkeit, allgemein dem Gehalt an Einem Bestandtheile, dem Phlogiston, zugeschrieben wurde. Er erhielt sich lange allgemein, und z. B. Lavoisier noch befolgte ihn, als er 1778 aussprach, daß die gemeinsame Eigenschaft aller Säuren dem gemeinsamen Gehalte derselben an Einem Bestandtheile, dem Sauerstoff, zuzuschreiben sei. Was die weitere Ausbildung der Kenntnisse über die chemische Verbindung im Allgemeinen durch die quantitative Untersuchung, was die richtigere Erkenntniß der Constitution einzelner Verbindungen oder ganzer Klassen analoger Körper, wie Säuren, Oxyde, Salze u. s. w. angeht, mag bei der speciellen Geschichte über diese Gegenstände nachgesehen werden. Ehe wir jedoch die Betrachtung, wie sich der Begriff der chemischen Verbindung überhaupt ausbildete, beschließen, will ich noch hervorheben, wie sich alle Hauptfragen der letzten Entwicklungsperiode darin concentrirten, ob eine gewisse Thatsache auf Bildung oder Zersetzung einer

Spätere Ansichten über die Verbindungen.

Spätere Ansichten über die Verbindungen.

Verbindung beruht. So z. B. dreht sich (1780—1790) der Streit zwischen der phlogistischen und antiphlogistischen Theorie um die Frage:

Ist Verbrennung Verlust des Phlogistons
oder Aufnahme von Sauerstoff?

oder specieller:

Ist ein Metall = Metallkalk + Phlogiston,
oder = Metallkalk — Sauerstoff?

Schon früher, gegen 1770, war der Streit über die Natur des Aetzkalkes in folgender Frage enthalten (vergl. Alkalien):

Ist Aetzkalk = milder Kalk + acidum pingue,
oder = milder Kalk — Kohlensäure?

Der Streit über die Natur des Wassers drehte sich zuletzt um die Entscheidung der Fragen:

Ist Wasserstoff = Wasser + Phlogiston,
oder = Wasser — Sauerstoff,
oder = Wasser + positiver Elektricität?

Bei der Entdeckung der Alkalimetalle (1807) wurden gegen die einfache Natur derselben Einwürfe gemacht, über welche zu entscheiden die Bejahung einer der Fragen gerechtfertigt werden mußte:

Sind die Alkalimetalle = Alkali — Sauerstoff,
oder = Alkali + Wasserstoff?

Die Untersuchungen, in Folge derer das Chlor als einfacher Körper anerkannt wurde, erörterten die Fragen:

Ist das Chlor = Salzsäure (gasförmige) — Wasserstoff,
oder = Salzsäure (hypoth. trockne) + Sauerstoff?

Diese Beispiele ließen sich noch vervielfältigen, die aufgezählten reichen indeß hin, um anschaulich zu machen, wie die richtige Erkenntniß der chemischen Verbindungen mit der richtigen Theorie der ganzen Chemie identisch ist.

Verlassen wir diese allgemeineren Betrachtungen, und gehen noch einmal darauf zurück, wie sich die Ansichten über eine Abhängigkeit der Eigenschaften einer Verbindung von ihrem Gehalt an Bestandtheilen entwickelten. Wir werden dadurch zu einer Untersuchung geführt, die uns im Folgenden weitläufiger beschäftigen wird. Die Erkenntniß nämlich, daß eine Abhängigkeit der Eigenschaften einer Verbindung von der quantitativen Zusammensetzung existirt, ist das erste Vorkommen einer Beachtung des letzte-

Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

ren Begriffs, und da wir in dem Folgenden die Entwicklung der Gesetze über die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile in Verbindungen kennen lernen wollen, so mag passend diese Aufzählung der Ansichten über das Wesen der chemischen Verbindung damit schließen, zu zeigen, wann zuerst die quantitative Mischung als die Eigenschaften der Verbindung bedingend angesehen wurde. Denn wenn auch schon die Alchemisten alle Metalle als Verbindungen derselben Bestandtheile in verschiedenen Verhältnissen betrachteten, so gaben sie doch auch immer zugleich eine Verschiedenheit der Reinheit der Bestandtheile, also eine Verschiedenheit ihrer Qualität, als Ursache der verschiedenen Eigenschaften der Metalle an.

Mit der deutlicheren Anschauung, was eine chemische Verbindung sei, mußte es nothwendig erkannt werden, daß die Eigenschaften einer Verbindung von den Bestandtheilen wenigstens in der Art abhängen, daß ein Gehalt an anderen Bestandtheilen andere Eigenschaften hervorbringt, indem ja doch andere Verbindungen andere Eigenschaften haben müssen. Sehr frühe bereits finden wir denn auch schon abweichende Zusammensetzung als Grund von verschiedenen Eigenschaften angegeben, aber wohlgemerkt, immer qualitativ abweichende Zusammensetzung. Von da war aber noch ein weiter Schritt bis zu der Aufstellung der Ansicht, daß, um zwei Verbindungen von verschiedenen Eigenschaften hervorzubringen, nicht das Zusammentreten verschiedener Bestandtheile erforderlich ist, sondern daß ganz dieselben Bestandtheile, in verschiedenen Mengenverhältnissen sich verbindend, Körper von verschiedenen Eigenschaften bilden können. Es war dies die erste Annäherung zu dem Begriffe der Constitution eines Körpers nach dem Gewichte.

Dieser Schritt wurde mit Bestimmtheit zuerst von Stahl gethan. Beschäftigte er sich auch sonst weniger mit quantitativen Untersuchungen, wie überhaupt die Vernachlässigung derselben das Zeitalter der phlogistischen Theorie charakterisirt, so hat er doch zuerst diesen Satz in der Wissenschaft geltend gemacht. — Bei Stahl findet sich öfters, wenn von verschiedenen Substanzen die Rede ist, größerer oder geringerer Gehalt an Einem Bestandtheile als Ursache der Verschiedenheit angegeben. So z. B. unterscheidet sich nach Stahl die schweflige Säure von dem Schwefel durch einen geringeren Gehalt an Phlogiston; schweflige Säure und Schwefel bestehen beide nach ihm aus Schwefelsäure und Phlogiston, aber in verschiedenen Verhältnissen; und dieser Unterschied in dem Zusammensetzungsverhältniß ist hinreichend, die totale Verschiedenheit beider Körper zu erklären.

Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Es war diese Ansicht über die Ursache der Verschiedenheit qualitativ gleich zusammengesetzter chemischer Verbindungen, welche den Begriff des Mengenverhältnisses der Bestandtheile zuerst beachten ließ. Diese Ansicht war nur ausgesprochen, sie war nicht durch Ausmittelung der Zusammensetzung bewiesen, obgleich sie die Wichtigkeit derselben hervorheben mußte, und es waren auch zunächst nicht die Verbindungen in mehrfachen Verhältnissen, welche später wirklich quantitativ genau untersucht wurden, und welche die Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der Zusammensetzung zuerst erkennen ließen, sondern im Gegentheil gingen die ersten quantitativen Untersuchungen auf Verbindungen, denen man nur ein einziges, constantes Mischungsverhältniß zuschrieb. Wie sich die quantitative Bestimmung der Bestandtheile einer Verbindung ausbildete, haben wir in der Geschichte der analytischen Chemie gesehen; wie man aber constante Zusammensetzung als die unumgängliche Bedingung einer chemischen Verbindung erkannte, und wie die Regelmäßigkeiten hinsichtlich der Zusammensetzung verschiedener Verbindungen erforscht wurden, gehört in die Geschichte der Stöchiometrie, und diese wollen wir im Folgenden betrachten.

Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze.

Die Stöchiometrie behandelt die Lehre von den Gesetzen, nach welchen sich die quantitative Zusammensetzung der chemischen Verbindungen richtet. Diese Gesetze konnten erst aufgefunden werden, nachdem es ausgemacht war, daß die chemischen Verbindungen nach constanten Verhältnissen zusammengesetzt sind. Der Anfang unserer historischen Untersuchung muß also sein, nachzuweisen, für welche Verbindungen man zuerst ein constantes Mengenverhältniß der Bestandtheile erkannte; für solche Verbindungen suchte man auch bald Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich dieser Mengenverhältnisse nachzuweisen; so wie sich die Erkenntniß, daß chemische Verbindung in bestimmten, unabänderlichen Gewichtsverhältnissen stattfinde, auf eine größere Anzahl von Körpern verbreitet, vergrößert sich auch der Kreis der der Stöchiometrie angehörigen Facta, erweitert und berichtigt sich die Kenntniß der stöchiometrischen Gesetze.

Erste Erkenntniß bestimmter Zusammensetzungsverhältnisse.

Untersuchen wir nun, welche chemischen Verbindungen es waren, an denen man zuerst das Zusammensetzungsverhältniß als constant erkannte. Für keine andere Klasse von chemischen Verbindungen findet man so frühe Anzeichen dieser Erkenntniß, als für die Salze; die entgegengesetzten Eigenschaften der Bestandtheile der Salze wurden bald bekannt; man wußte, daß durch Zusatz einer starken Säure niedergeschlagen wird, was in einem Alkali gelöst war. Aber man wußte auch schon frühe, daß zu einer solchen Wirkung nicht die Gegenwart der Säure allein hinreicht, sondern daß auch die Säure in einer bestimmten Menge zugesetzt werden muß. So giebt schon Geber im 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung, freilich sehr unbestimmt, Mengenverhältnisse an, in welchen man Essig zu Schwefelleberlösung setzen soll, um die Schwefelmilch zu erhalten. Es lassen sich viele solcher Beispiele anführen, daß man stets bei solchen Operationen die

Erste Erkenntniß bestimmter Zusammensetzungsverhältnisse.

Mengenverhältnisse beachtete; es scheint mir dies indeß nutzlos, und ich will hier nur noch eine dahin gehörige Stelle aus van Helmont's Werken mittheilen, welche hinsichtlich der Quantitäten zu mischender Säuren und Basen auf den Sättigungspunkt aufmerksam macht. (Ich weiß nicht, ob der Begriff Sättigen hier zuerst deutlich ausgesprochen wird, kenne indeß keine ältere Stelle.) Van Helmont sagt (um 1640 ungefähr), daß die Kieselerde aus Kali gefällt werde, cui si affundatur chrysulca, quae tum saturando alcali sufficit. Daß bei dem Sättigungspunkt die Menge der Säure zu dem des Alkali's in einem bestimmten Verhältnisse steht, erscheint bald allgemein angenommen; ebenso die Bezeichnung saturatio. Boerhave definirte 1732 den Sättigungspunkt richtig: durch allmäligen Zusatz von Säure zu einem Laugensalz komme man zu einem Punkte, wo eben die alkalische Reaction verschwindet, atque tum hoc punctum Saturationis vocatur. Und er fährt fort: Tumque illud compositum (das gebildete Salz) nec alcali est, nec acidum, sed ex his simul concretis conflatum.

Man kam auf diese Art zu dem Begriffe der Neutralität einer Salzlösung, wofern nämlich eine Verbindung einer Säure mit einem Alkali weder die hervorstechenden Eigenschaften des einen, noch die des andern ihrer Bestandtheile zeigt. Dieser Begriff der Neutralität ist für die Entwicklung der Stöchiometrie von großer Wichtigkeit geworden; wo ich die Geschichte der Untersuchungen über die Salze abhandle, werde ich weitläufiger das Historische über die Neutralsalze mitzutheilen haben; hier indeß muß ich, was den Ursprung der Bezeichnung Neutralität angeht, schon anführen, daß sie schwerlich älter ist, als aus dem Ende des 17. Jahrhunderts stammend. Boyle hebt zwar schon hervor, daß die Salze weder die charakteristischen Eigenschaften der Säuren, noch die der Basen haben, aber erst zu Boerhave's Zeit findet man »salia, sic dicta neutra« manchmal erwähnt, und selbst da scheint der Ausdruck noch nicht recht gebräuchlich gewesen zu sein, obgleich Boerhave ein eigenes Kapitel De salibus neutris überschrieben hat (vergl. Salze).

Daß nun jedes neutrale Salz in einem einzigen und bestimmten Verhältnisse aus Säure und Base gebildet wird, daß Neutralität nur einem einzigen Mischungsverhältnisse zukommt, wurde seit der Zeit angenommen, wo die ersten Versuche darüber angestellt wurden. Einer interessanten Untersuchung, der ersten der Art, haben wir hier zu erwähnen, nämlich der von

Homberg, mit wieviel von verschiedenen Säuren sich dieselbe Menge Alkali verbindet. Diese Untersuchung ist aus dem Jahre 1699. Homberg stellte sie in der Art an, daß er zu derselben Menge kohlensauren Kali's irgend eine Säure hinzusetzte, bis die alkalische Reaction verschwunden war; die Menge hierzu nöthiger Säure wurde bemerkt; die Lösung wurde sodann stark erhitzt, und beobachtet, um wieviel die angewandte Menge kohlensaures Kali an Gewicht zugenommen hatte. Die Resultate waren folgende. Untersuchungen von Homberg.

Bis zum Verschwinden des alkalischen Charakters nimmt auf:

1 Unze Weinsteinsalz	14 Unzen des besten Essigs,	
1 » »	2 Unzen, 3 Drachmen Salzsäure,	
1 » »	1 Unze, 2 Drachmen, 36 Gran Salpetersäure,	
1 » »	5 Drachmen Vitriolöl.	

Nach dem Erhitzen aber hatte Eine Unze Weinsteinsalz zugenommen:

durch	Sättigen	mit	starkem Essig	um	3	Drachmen	36	Gran
»	»	»	Salzsäure	»	3	»	14	»
»	»	»	Salpetersäure	»	3	»	36	»
»	»	»	Vitriolöl	»	3	»	5	»

Es wurde hieraus später geschlossen, daß alle Säuren nur im Wassergehalt differiren, daß aber an und für sich von der einen soviel zum Sättigen einer bestimmten Menge Alkali nöthig ist, als von der andern. Obgleich nun dieser Schluß, ebenso wie die Versuchsreihe, auf die er sich stützt, grundfalsch ist, so muß doch eine so frühe Erörterung des Sättigungsvermögens unser Interesse in Anspruch nehmen.

Die Neutralsalze blieben zunächst diejenigen Verbindungen, deren quantitative Zusammensetzung kennen zu lernen man sich bemühte. Homberg fand erst spät Nachfolger. Bergman beschäftigte sich von 1775 an mit der Analyse der Salze, Kirwan noch später, von 1780 an, mit der Bestimmung ihres Zusammensetzungsverhältnisses. Inwiefern ihre Resultate genau waren, geht aus den Seite 314 und 315 mitgetheilten Tabellen, ebenso wie aus den Angaben in dem Abschnitte »analytische Chemie«, Seite 71 u. 74 dieses Theiles, hervor. Bergman und Kirwan verfolgten beide den Gesichtspunkt, eine Abhängigkeit der Größe der Verwandtschaft von dem Zusammensetzungsverhältnisse der Bestandtheile auffinden zu wollen, wie dies in dem Abschnitte »Theorien über die Ursache der Verwandtschaft« weitläufiger dargestellt ist; sie suchten nicht, ohne Rücksicht auf die Größe der Verwandtschaft in den Gewichtsmengen der verschiedenen Bestandtheile, die sich mit einander zu

Verbindungen vereinigen, eine Regelmäßigkeit zu entdecken, welche anzuzeigen übrigens auch ihre quantitativen Bestimmungen nicht genau genug waren.

Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen.

Geschickter, was die quantitative Zerlegung der Salze angeht, und scharfsichtiger in der Erkennung der hierbei obwaltenden Regelmäßigkeiten, war Wenzel [1]), und seine 1777 erschienene Verwandtschaftslehre enthält die Grundzüge der stöchiometrischen Lehren, so weit sie bis zum Anfange unseres Jahrhunderts erforscht wurden. Was die Beurtheilung von Wenzel's Verdiensten um die quantitative Analyse angeht, so muß ich hier wieder auf die Geschichte der analytischen Chemie, Seite 72, zurückverweisen; hier nehmen zunächst die theoretischen Resultate, die er aus seinen Zerlegungen zu ziehen wußte, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Wenzel's Untersuchungen waren besonders auf die Erklärung Eines Phänomens gerichtet, dessen richtige Erkenntniß auch in der That über die Regelmäßigkeiten hinsichtlich der Gewichtsmengen, in denen sich die Säuren und Basen zu neutralen Salzen verbinden, vielen Aufschluß geben mußte. Dieses Phänomen ist, daß zwei neutrale Salze, wenn sie sich gegenseitig zersetzen, Producte geben, welche gleichfalls neutral sind; daß durch die Zersetzung also der Zustand der Neutralität nicht aufgehoben wird. Auch in Bergman's Untersuchungen findet sich diese Erscheinung berücksichtigt, ohne daß dieser Chemiker jedoch eine genügende Erklärung davon hätte geben können. Wenzel, auf genauere Data hinsichtlich der Zusammensetzung vieler Salze gestützt, war darin glücklicher. Er wies die Ursache dieser Erscheinung in dem Umstande nach, daß die verschiedenen Mengen der ver-

---

[1]) Carl Friedrich Wenzel war 1740 zu Dresden geboren. Sein Vater, ein Buchbinder, hielt ihn zur Erlernung desselben Geschäfts an; Wenzel indeß, nach weiterer Ausbildung strebend, entwich heimlich und ging nach Holland, wo er zu Amsterdam Chirurgie und Pharmacie erlernte. Als Schiffschirurg machte er eine Reise nach Grönland, und diente nachher noch mehrere Jahre in der holländischen Marine. 1766 kehrte er nach Sachsen zurück; er studirte jetzt in Leipzig Chemie und Metallurgie, und mit solchem Erfolge, daß er 1780 zum Director der Freiberger Bergwerke ernannt wurde. Er starb zu Freiberg 1793. Seine »Vorlesungen über die chemische Verwandtschaft der Körper« erschien zuerst 1777 (2. Auflage 1779). Einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, schrieb er in diesem Sinne eine »Einleitung zur höheren Chemie« (1773). Eine Abhandlung von ihm, die Metalle durch Reverberation in ihre Bestandtheile zu zerlegen, welche von der Copenhagener Akademie einen Preis erhalten hatte, erschien in den Schriften dieser Gesellschaft für 1781.

Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen.

schiedenen Alkalien oder Erden, welche ein und dasselbe Gewicht irgend einer Säure neutralisiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutralisation bedürfen; mit anderen Worten, daß die relativen Verhältnisse zwischen gewissen Quantitäten von Alkalien oder Erden, welche eine gegebene Menge von einer und derselben Säure sättigen, sich allezeit und bei allen anderen Säuren gleichbleiben. Nach Wenzel erklärt sich z. B. die Fortdauer der Neutralität, wenn salpetersaurer Kalk durch schwefelsaures Kali zersetzt wird, folgendermaßen: Gesetzt, wir lösen 363 Gewichtstheile salpetersauren Kalkes (nach Wenzel's Analyse aus 123 Kalk und 240 Salpetersäure bestehend) in Wasser auf, und zersetzen dieses Salz durch Vermischen mit schwefelsaurem Kali (in welchem letzteren Salze nach Wenzel auf 240 Schwefelsäure 290,4 Kali enthalten sind). Wenzel fand, daß 240 Schwefelsäure 162,5 Kalk neutralisiren; folglich müssen jenen 123 Kalk, die in der Lösung von 363 salpetersaurem Kalk enthalten sind, 181,5 Schwefelsäure geboten werden, die, dem Vorhergehenden zufolge, im neutralen schwefelsauren Kali mit 220 Kali verbunden sind. Zu der vollständigen Zersetzung von 363 salpetersaurem Kalk muß man also 181,5 Schwefelsäure + 220 Kali = 401,5 schwefelsaures Kali anwenden; dann werden die 123 Gewichtstheile Kalk durch 181,5 Schwefelsäure neutralisirt, und es bleiben in Lösung 220 Kali und 240 Salpetersäure, gerade in dem Verhältnisse, wo diese beiden Stoffe sich neutralisiren, denn die durch solche Zersetzung erhaltene Lösung reagirt neutral. Aus der bekannten Zusammensetzung des salpetersauren Kalkes, des schwefelsauren Kali's und des schwefelsauren Kalkes könnte man also auf die Zusammensetzung des salpetersauren Kali's schließen; in ihm müßten, der vorhergehenden Rechnung nach, 240 Salpetersäure mit 220 Kali verbunden sein. Wenzel bestätigte die Richtigkeit dieser Art zu schließen durch directe Zerlegung dieses Salzes; er fand darin auf 240 Salpetersäure $222^2/_3$ Kali, beinahe genau mit der obigen mittelbaren Bestimmung übereintreffend.

Durch diese Untersuchungen, welche Wenzel auf eine große Anzahl von Salzen ausdehnte, war die Fortdauer der Neutralität nach der wechselseitigen Zersetzung zweier neutraler Salze vollkommen erklärt. Die Neutralität muß ebensowohl ungeändert bleiben, wenn sich die beiden Salze gerade auf vollständig zersetzen, als auch, wenn von dem einen Salze ein Ueberschuß vorhanden ist, der unzersetzt bleibt, da dieser neutral ist und bleibt, und hinsichtlich des Resultats von keinem Einflusse sein kann.

Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen.

Wenzel sah aber auch alle Folgerungen der Erklärung ein, welche er für diese Erscheinung gegeben hatte. Er sah ein, daß die Zusammensetzung der neutralen Salze bestimmten Gesetzen unterliegt, in der Art, daß man die Zusammensetzung vieler so vorausbestimmen kann, wie dies eben für das salpetersaure Kali gezeigt wurde; daß diese Gesetzmäßigkeit eine Controle bildet für die quantitativen Analysen der neutralen Salze, wie wir gleichfalls oben sahen, daß die Uebereinstimmung zwischen der berechneten und der direct gefundenen Zusammensetzung des salpetersauren Kali's eine Bürgschaft für die Richtigkeit der dabei in Betracht kommenden Zerlegungen abgiebt. Er sah endlich noch den Satz klar ein, welcher schon oben als die Grundlage der Erklärung über die Fortdauer der Neutralität bei wechselseitiger Zersetzung neutraler Salze angegeben wurde; nämlich daß die verschiedenen Mengen verschiedener Alkalien oder Erden, welche ein und dasselbe Gewicht irgend einer Säure neutralisiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutralisation bedürfen. Nach Wenzel's unmittelbaren Zerlegungen nämlich

neutralisiren 240 Salpetersäure $\begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 222 \text{ Kali} \end{cases}$

und diese Mengen von Kalk und Kali bedürfen auch genau derselben Menge jeder andern Säure, um neutralisirt zu werden; so bedürfen beide dieselbe Menge Schwefelsäure, 181,5; denn Wenzel's directe Beobachtung:

181,5 Schwefelsäure neutralisiren $\begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 220 \text{ Kali} \end{cases}$

stimmt mit dieser Folgerung innerhalb der Grenze der damals unvermeidlichen Versuchsfehler genügend überein.

Wenzel hatte somit den Weg gebahnt, die Zusammensetzung aller Neutralsalze aus der Analyse weniger vorauszubestimmen; seine Untersuchungen gaben bereits den Beweis dafür, daß hierzu nur die genaue Analyse der Salze von Einer Basis mit allen Säuren und von Einer Säure mit allen Basen erforderlich wäre. Wenzel selbst indeß suchte diese Folgerung nicht in der Art durchzuführen, wie man wohl nach der Wichtigkeit des Gegenstandes erwarten könnte; sein Hauptaugenmerk bei der ganzen Untersuchung war, die Fortdauer der Neutralität bei der wechselseitigen Zersetzung neutraler Salze zu erklären, und die anderen Schlußfolgerungen aus seinen vorzüglichen Beobachtungen erschienen ihm mehr als gelegentliche erwähnungswerth. Bald indeß gewann die Frage diese allgemeinere Richtung.

Wenzel's Arbeiten wurden zu seiner Zeit wenig beachtet. Die praktische Seite derselben wurde für ungenau gehalten, weil seine Analysen nicht mit denen von Bergman und Kirwan übereinstimmten (sondern richtiger waren), und weil alle Angaben namentlich des Ersteren mit unbegrenztem Vertrauen von den Chemikern jener Zeit aufgenommen wurden. Die theoretische Seite seiner Arbeiten wurde ebensowenig gewürdigt, theils weil sie sich auf Angaben gründete, die man für ungenau hielt, theils auch, weil in den letzten zwei Decennien des vorigen Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Chemiker auf andere theoretische Gegenstände, die Discutirung des Lavoisier'schen Systems namentlich, ausschließlich gerichtet war.

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

Dasselbe Mißgeschick traf den nächsten Nachfolger Wenzel's. Richter [1]) war es, der zuerst wieder, und ziemlich bald nach Wenzel, die Zusammensetzung der Neutralsalze aus einem allgemeineren Gesichtspunkte ansah. Seine Arbeiten gehören der Zeit von 1789 bis 1802 an; sie fielen also noch in die Zeit, wo die antiphlogistische Theorie, namentlich in Deutschland, der Gegenstand vielfacher Streitigkeiten war, und wo die Chemiker anderweitigen theoretischen Bestrebungen nur wenig Aufmerksamkeit schenkten. Zudem kam, daß Richter's Ansichten hinsichtlich ihrer Autorität dadurch bedeutend litten, daß seine experimentellen Angaben nicht die nöthige Schärfe hatten; seine quantitativen Analysen namentlich standen an Genauigkeit denen Wenzel's weit nach, und doch waren vielleicht seine experimentellen Resultate noch richtiger, als einige von ihm daraus gezogene

[1]) Jeremias Benjamin Richter lebte zuerst als Bergsecretair und Bergprobirer zu Breslau, dann als Assessor der Bergwerksadministration und Arcanist an der Porzellanfabrik zu Berlin, wo er 1807 starb. Alle seine Werke stehen in Verbindung mit der Anwendung der Mathematik auf die Chemie, von seiner Inauguraldissertation an, welche 1789 erschien, und »de usu matheseos in chymia« handelte. Später erschien seine »Stöchiometrie oder Meßkunst chymischer Elemente,« in drei Theilen (1792—1794), wovon der erste Theil die reine Stöchiometrie, Thermimetrie und Phlogometrie abhandelt, der zweite und dritte Theil aber die angewandte Stöchiometrie enthält. Außerdem schrieb Richter noch ein periodisches Werk »Ueber die neueren Gegenstände in der Chemie«, welches von 1792 bis 1802 in 11 Stücken herauskam. Es sind darin viele für die damalige Zeit ganz gute chemische Untersuchungen enthalten; vom vierten Stücke (1795) an, ist das Werk ganz stöchiometrischen Inhalts und schließt sich an das obengenannte Werk über Stöchiometrie als Fortsetzung an.

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

theoretische Resultate, welche, auf einmal vorgefaßten Meinungen fußend, er direct nachweisen wollte.

Richter's Bemühungen, das Gesetzmäßige in den festen Mischungsverhältnissen der Säuren mit den alkalischen und erdigen Basen und mit den Metalloxyden zu entdecken, brachten indeß doch die Stöchiometrie bedeutend vorwärts. Von ihm wurde beiläufig auch zuerst die Bezeichnung Stöchiometrie (von στοιχεῖον, Grundstoff) eingeführt, die er selbst als »Meßkunst chymischer Elemente« definirte.

Richter hat zuerst die relativen Gewichtsmengen, in welchen sich die Säuren und die Basen mit einander verbinden, in Form von Reihen zusammengestellt. Die Gewichtsmengen aller alkalischen und erdigen Basen, welche einerlei Menge einer gewissen Säure, z. B. 1000 Gewichtstheile Schwefelsäure, neutralisiren, nannte er die Massenreihe oder auch die Neutralitätsreihe der Basen. Ebenso suchte er auch die Massenreihe oder Neutralitätsreihe für die verschiedenen Säuren, in Bezug auf dieselbe Menge Einer Base. Er fand, daß die Zahlen aus zwei zusammengehörigen solcher Reihen, aus den Neutralitätsreihen zweier Basen für alle Säuren z. B., alle unter einander in demselben Verhältniß stehen, und daß somit eine Neutralitätsreihe aus einer andern vollständig bekannten abgeleitet werden kann, wenn man durch Einen Versuch dieses constante Verhältniß ermittelt. Kennt man also für alle Basen ihre Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Säure, und für alle Säuren die Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Basis, so läßt sich die Zusammensetzung aller aus der Vereinigung dieser Säuren und Basen entstehenden Neutralsalze bestimmen.

Richter selbst kam nicht darauf, die relativen Gewichtsmengen, worin sich die Säuren und Basen verbinden, in einer einzigen Reihe darzustellen; ich werde später angeben, wie diese Einrichtung zuerst eingeführt wurde. Er stellte viele Reihen auf, und bemerkte nur, daß die Zahlen in den Neutralitätsreihen aller Basen einander proportionirt sind, und daß es bei den Neutralitätsreihen der Säuren ebenso ist. Aber Richter suchte hier noch andere allgemeine Regelmäßigkeiten, als die eben erwähnte vollkommen in der Natur begründete, nachzuweisen. Ihm zufolge bilden nämlich die Neutralitätsreihen der Säuren geometrische, die der Basen hingegen arithmetische Reihen, und zwar sollen die eigentlichen Alkalien und die alkalischen Erden zwei verschiedene arithmetische Progressionen ausmachen. Er glaubte namentlich, daß die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der drei

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

Alkalien ausgedrückt seien durch a, a + b, a + 5b, die der Erden durch a, a + b, a + 3b, a + 9b, a + 19b. Die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der vier Mineralsäuren (Flußs., Salzs., Schwefels., Salpeters.) sollten die Reihe bilden c, cd^3, cd^5, cd^7, und die der anderen Säuren (mit Ausnahme der Phosphorsäure): c, cd^3, cd^4, cd^8, cd^{11}, cd^{14}, cd^{15}, cd^{16} u. s. w. — Die fehlenden Glieder, glaubte er, gehörten noch zu entdeckenden oder noch nicht untersuchten Basen und Säuren an. (Diese vorausgesetzten Regelmäßigkeiten, nach welchen Richter's Zahlenangaben corrigirt worden zu sein scheinen, haben vielleicht viel dazu beigetragen, sie unrichtig zu machen; in den Angaben der unten, Seite 365, mitzutheilenden Tabelle sind sie enthalten.) — Er ging sogar so weit in der Hoffnung, die Regelmäßigkeiten, welche die Mathematik in der Lehre von den Progressionen nachweist, in der Chemie wiederzufinden, daß er die ganze Chemie nur für einen Theil der angewandten Mathematik erklärte. Dieses Vorurtheil, wie man es wohl nennen kann, warf ein gewisses Mißtrauen auf alle seine Angaben, denn es blieb unentschieden, ob er nicht die Resultate seiner Versuche etwas corrigirt habe, um sie damit in Uebereinstimmung zu bringen. Dazu kam noch, daß er jene Ansichten als Beweise für die Richtigkeit von Sachen vorschob, die sich später als falsch erwiesen. So z. B. glaubte Trommsdorff an dem Ende des vorigen Jahrhunderts in dem sogenannten sächsischen Beryll (Apatit) eine eigenthümliche Erde zu finden, welche Agusterde genannt wurde. Richter glaubte sogleich einen Beweis für die Eigenthümlichkeit derselben darin zu finden, daß die Gewichtsmenge, welche dieser Erde in der Neutralitätsreihe der alkalischen Erden zukomme, genau in seine oben angegebene mathematische Reihe passe. Allein bald fand es sich, daß diese Erde nur phosphorsaurer Kalk sei, und nun zogen viele Chemiker die Richtigkeit der Richter'schen Ansichten in Zweifel, weil sie mit nachweisbar Falschem sich in vollkommene Uebereinstimmung setzen ließen.

Ich werde etwas weiter unten die nöthigen Data beibringen, inwiefern Richter's quantitative Bestimmungen genau waren. Ich erwähne hier nur noch, daß er die Anwendbarkeit seiner Betrachtungsweise genau einsah, sowohl was die Erklärung angeht, weßhalb die Neutralität nicht aufgehoben wird, wenn sich zwei neutrale Salze gegenseitig zersetzen, als auch hinsichtlich der indirecten Bestimmung der Zusammensetzung von Neutralsalzen, deren unmittelbare Zerlegung mit Schwierigkeiten verbunden ist. Aber noch einer Richtung der Arbeiten von Richter müssen wir hier erwähnen,

Untersuchung der Neutralitätserscheinungen bei Metallfällungen.

welche für die Stöchiometrie von Wichtigkeit geworden ist, ich meine die über Metallfällungen. Wir wollen bei dieser Gelegenheit die Geschichte der Kenntnisse über Metallfällungen im Allgemeinen kurz einschalten.

Ich weiß nicht genau, wann die erste Beobachtung gemacht wurde, daß ein Metall ein anderes aus seiner Auflösung zu fällen im Stande ist. Im 15. Jahrhundert erwähnt Basilius Valentinus der Fällung des Goldes aus seiner Lösung durch Quecksilber; er weiß auch, daß Eisen aus Vitriollösung Kupfer niederschlägt, und kennt das auf diese Weise im Großen gewonnene Cementkupfer. Die baumförmigen Metallniederschläge, namentlich den Silberbaum, kannte der Italiener Porta und beschrieb sie 1567. Besprochen wurde schon hin und wieder, daß lange die Metallfällung für eine Metallverwandlung gehalten wurde. Daß das durch Ausfällung sich zeigende Metall nicht durch Verwandlung des eingetauchten entstehe, sondern schon vorher in Lösung enthalten gewesen sei, behaupteten besonders Angelus Sala und van Helmont um die Mitte des 17. Jahrhunderts. Daß Sylvius de le Boë, zu derselben Zeit, Metallfällungen kannte und richtig erklärte, habe ich schon Seite 294 dieses Bandes erwähnt. Ungefähr zu derselben Zeit erweiterte Boyle die Kenntnisse über diesen Gegenstand durch die Wahrnehmung, daß Kupfer, welches das Silber aus seiner Auflösung zu fällen vermag, seinerseits durch Zink oder Eisen aus seiner Auflösung niedergeschlagen wird; er wußte außerdem, daß nicht nur Gold, sondern auch Silber durch Quecksilber metallisch gefällt wird.

Die Kenntniß über die Metallfällungen erhielt im 18. Jahrhundert einzelne Bereicherungen, was die Ordnung, in welcher sich die Metalle gegenseitig aus ihren Lösungen ausfällen, und Aehnliches, angeht; größeres wissenschaftliches Interesse gewannen indeß diese Untersuchungen erst, als Bergman darauf einen Versuch zur Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung der Metalle gründete, und in seiner 1782 erschienenen Schrift de diversa Phlogisti quantitate in metallis bekannt machte.

Bergman beschäftigt sich hier mit der Erscheinung, daß nach dem Ausfällen eines Metalls aus seiner neutralen Lösung durch ein anderes diese neutral bleibt. Es tritt nach ihm bei der Metallfällung also gerade so viel von dem fällenden Metall an die Stelle des gefällten, als nöthig ist, um mit der vorhandenen Säure ein neutrales Salz zu bilden. Nun aber ist nach Bergman's phlogistischen Ansichten in einer solchen Lösung enthalten. Metallkalk (ein Element) und Säure. Es wird zugesetzt ein Metall

(Metallkalk + Phlogiston). Das Phlogiston des fällenden Metalls tritt zu dem aufgelösten Metallkalk, es schlägt sich die Verbindung, Metall, nieder, während das seines Phlogistons beraubte Metall statt dessen in die Lösung eingeht. Aber da die Lösung neutral bleibt, so muß die Menge des gefällten Metalls und die des zur Fällung erforderlichen gleichviel Phlogiston enthalten. Bergman zieht daher den Schluß: Phlogisti mutuas quantitates praecipitantis et praecipitandi ponderibus esse inverse proportionales. Nehmen wir das Wort Phlogiston in seiner älteren Bedeutung (die es übrigens zu Bergman's Zeit nicht mehr allgemein hatte): Abwesenheit des Sauerstoffs, so heißt seine Schlußfolgerung, daß sowohl das fällende als das gefällte Metall einer gleichen Menge Sauerstoff bedürfe, um eine gleiche Quantität Säure zu neutralisiren.

Untersuchung der Neutralitätserscheinungen bei Metallfällungen.

Richter bearbeitete denselben Gegenstand wie Bergman; seine Ausdrucksweise über diesen Punkt erscheint etwas undeutlich, weil er, die Grundsätze des antiphlogistischen Systems anerkennend, doch die Sprache des phlogistischen beibehielt. Richter sah indeß klar ein, welches Verhältniß zwischen dem Sauerstoffgehalt eines Oxydes und der Menge von Säure besteht, welche ersteres neutralisiren kann. Er sah ein, daß sich die neutralisirenden Gewichtsmengen des fällenden und des gefällten Metalls umgekehrt verhalten, wie die Quantitäten Sauerstoff, welche diese Metalle aufnehmen, da das fällende Metall dem gefällten nicht nur den Sauerstoff entzieht, sondern auch die Säure, und nun die Säure durch das fällende Metall geradeso neutralisirt ist, wie sie es vorher durch das gefällte war; — daß also bei Neutralisirung derselben Menge Säure mit verschiedenen Metalloxyden die erstere sich in der Art mit verschiedenen Gewichtsmengen der letzteren verbindet, daß in diesen Oxyden allen eine gleiche Gewichtsmenge Sauerstoff enthalten ist. Wie Richter selbst diesen Satz gegeben hat, ist charakteristisch für seine Ausdrucksweise, welche dem Bekanntwerden seiner Ideen auch ein bedeutendes Hinderniß abgab. »Die quantitative Ordnung specifischer Neutralität der Metalle gegen eine Säure ist der umgekehrten quantitativen Ordnung der Entbrennstoffung «(Dephlogistisirung)» und respective Lebensluftstoffung vollkommen analog, d. h. ein Metall neutralisirt sich in desto größerer Masse mit Säure, je weniger sein Substrat Lebensluftstoff «(Sauerstoff)» bedarf, um entbrennstofft zu werden.«

Richter hatte nach dem Vorhergehenden zwei Hauptpunkte der Stöchiometrie richtig aufgefaßt; einmal, daß die Gewichtsmengen aller Basen,

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

die sich mit den verschiedenen Säuren zu neutralen Salzen vereinigen, einander proportionale Zahlenreihen bilden, und dann, daß das Sättigungsvermögen eines Oxyds von seinem Gehalt an Sauerstoff abhängt. Beide Gesetze wurden indeß nur wenig beachtet; das erstere zog die Aufmerksamkeit Fischer's auf sich, eines Gelehrten, der über Verwandtschaft ausgezeichnete Kenntnisse besaß, und sich namentlich durch Uebersetzung der Berthollet'schen Untersuchungen über diesen Gegenstand viel Verdienst um die Verbreitung derselben in Deutschland erworben hat. Richter hatte verschiedene Neutralitätsreihen für die Säuren in Bezug auf dieselbe Menge Basis, und verschiedene Neutralitätsreihen für die Basen in Bezug auf dieselbe Menge Säure aufgestellt; er hatte zwar bemerkt, daß man diese Resultate in Eine Tabelle zusammenfassen könne, aber erst 1802 hob es Fischer ausdrücklich hervor (in seiner Uebersetzung von Berthollet's Recherches sur les lois de l'affinité), daß man alle Tafeln Richter's in eine einzige reduciren könne, die in zwei Columnen getheilt alle Gewichtsverhältnisse angiebt, worin sich Basen und Säuren zu neutralen Salzen vereinigen; er sah die Anwendbarkeit einer solchen Einrichtung vollkommen ein. — Fischer berechnete aus Richter's Angaben eine solche Tafel; sie war die erste Tafel der Aequivalentgewichte; bei ihrer Construction war von der Schwefelsäure ausgegangen, deren Aequivalentgewicht = 1000 angenommen wurde.

Diese Tafel von Fischer lasse ich hier folgen; sie gestattet uns zugleich ein Urtheil darüber, inwiefern Richter's Zahlenangaben genau waren. Wären diese Angaben vollkommen genau, so müßten alle in dieser Tafel den verschiedenen Stoffen beigelegten stöchiometrischen Zahlen zu den von uns jetzt als richtig anerkannten in demselben Verhältnisse stehen, und ich will die sich ergebenden Verhältnisse für jeden in der Tafel enthaltenen Körper in die folgende Uebersicht aufnehmen. Dies Verfahren führt zu einem richtigeren Schlusse hinsichtlich der Genauigkeit von Richter's Resultaten, als z. B. alle Fischer'schen Zahlen zu halbiren, wo die stöchiometrische Zahl der Schwefelsäure der jetzt ihr beigelegten beinahe gleich wird; indem dann die einzige falsche Bestimmung das Aequivalentgewicht dieser Säure alle anderen Bestimmungen, auch wenn sie richtig sind, möglicher Weise ungenau erscheinen lassen kann. In der folgenden Tabelle sind also unter Fischer die von diesem Gelehrten aus Richter's Angaben abgeleiteten Aequivalentgewichte der verschiedenen Stoffe gegeben; unter Berzelius die von

diesem Gelehrten bestimmten und von uns als relativ richtig anerkannten; dann ist noch das Verhältniß beider Angaben zu einander beigefügt [1]).

Erste Aequivalentgewichtstafel von Richter und Fischer. 1802.

Basen.	Fischer.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Fischer.	Berzelius.	Verhältniß.
Thonerde	525	214	0,408	Flußs.	427	134	0,314
Magnesia	615	258	0,420	Kohlens.	577	276	0,478
Ammoniak	672	327	0,487	Salzs.	712	343	0,482
Kalk	793	356	0,449	Oxals.	755	453	0,600
Natron	859	391	0,455	Phosphors.	979	446	0,456
Strontian	1329	647	0,487	Ameisens.	988	465	0,471
Kali	1605	590	0,368	Schwefels.	1000	501	0,501
Baryt	2222	957	0,431	Bernsteins.	1209	631	0,522
				Salpeters.	1405	677	0,482
				Essigs.	1480	643	0,434
				Citronens.	1683	731	0,434
				Weinsteins.	1694	831	0,491

Wären die Richter'schen Zahlen so genau, wie die Berzelius'schen, so müßten sich die Verhältnisse in der letzten Columne der obigen Tabelle übereinstimmend ergeben. Es ist dies nicht der Fall, aber man sieht doch aus der annähernden Uebereinstimmung, daß für viele Substanzen in der obigen Tabelle die Aequivalentgewichte ziemlich richtig bestimmt sind.

---

[1]) Zu der Vergleichung mit Berzelius' stöchiometrischen Zahlen ist noch Folgendes zu bemerken. Als Aequivalentgewicht für die Thonerde ist $\frac{1}{3}$ ($Al_2 O_3$) genommen, weil Richter die Gewichtsmenge bestimmte, die sich mit 1 Aequivalent Schwefelsäure verbindet; für das Ammoniak $N_2 H_8 O$, aus demselben Grunde; bei der Flußsäure und der Salzsäure die Zahlen für die früher angenommenen hypothetisch wasserfreien Säuren, (Fl_2 — O) und (Cl_2 — O), weil Richter suchte, wie viel Säure sich mit 1 Aequivalent Basis (Kalk oder Kali) verbindet; für die Phosphorsäure $\frac{1}{2}$ ($P_2 O_5$), weil Richter bestimmte, wieviel Säure im Perlsalz und in dem damit gefällten Bleisalz u. s. w. mit 1 Aequivalent Basis verbunden ist. — Fischer hatte auch noch in die obige Tafel »Fettsäure« mit aufgenommen; nach dem damaligen Zustande der Kenntnisse läßt sich für die mit diesem Namen bezeichnete Substanz keine Vergleichung anstellen.

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

Gleich nachdem Fischer die Richter'schen Resultate in Eine Reihe zusammengefaßt hatte, ergriff Richter selbst diese Art der Darstellung, und 1803 publicirte er eine vollständigere Tabelle. Ich gebe hier von seinen Angaben nur die wichtigsten, und die nicht schon in der eben mitgetheilten Fischer'schen Tabelle befindlich sind, und füge für diese ebenfalls die Vergleichung mit den Berzelius'schen Zahlen bei. In der 1803 von Richter gegebenen Tabelle befinden sich sehr viele Körper, für welche er entweder damals noch nothwendig falsche Resultate finden mußte, oder für welche eine Vergleichung schwer ist, insofern die Bezeichnung, wie die Bestimmung derselben überhaupt, ungenau ist, so z. B. wenn er von Metallkalken spricht, in Hinsicht auf metallische Substanzen, die verschiedene Oxydationsstufen haben, und welche letzteren man doch damals noch nicht gehörig sonderte. Ich beschränke mich daher hier nur auf wenige vorzüglich wichtige Metalloxyde.

Metallkalk.	Richter.	Berzelius.	Verhältniß.
Zinkkalk	1348	503	0,373
Kupferkalk	1416	496	0,350
Bleikalk	3592	1394	0,388
Silberkalk	3728	1452	0,389

Die Zahlen in der letzten Columne stimmen unter einander ziemlich überein; die Verhältnißmengen, in denen sich Zink-, Kupfer-, Blei- und Silberoxyd äquivalent sind, hatte also Richter ziemlich richtig bestimmt. Aber die Verhältnißzahlen in der letzten kleinen Tabelle weichen von denen in der vorhergehenden größeren Tabelle bedeutend ab, woraus hervorgeht, daß also Richter's Angaben in der Beziehung unrichtig sind, wieviel von einem Alkali oder einer Erde dazu gehört, um ein gewisses Gewicht eines Metalloxyds in einer Verbindung zu ersetzen.

Das im Vorstehenden Enthaltene genügt wohl, um über Richter's Kenntnisse in der Stöchiometrie einen Begriff zu geben, um einsehen zu lassen, bis zu welchem Punkte durch seine Arbeiten diese Lehre gefördert wurde. Doch fanden seine Arbeiten zu seiner Zeit auch nicht den geringsten Eingang bei den Chemikern; seine Schriften blieben unbeachtet. Die erstere der oben angeführten stöchiometrischen Tabellen theilte Berthollet

1803 in seiner statique chymique mit; auch in Frankreich wurde sie indeß wenig beachtet. Die Ursache hiervon habe ich schon angegeben; Richter selbst trug zum Theil die Schuld daran, daß seinen Arbeiten keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde, durch zu viele Hypothesen und unverständliche Ausdrucksweise; die Zeitumstände endlich, wo überhaupt so viel Neues in der Chemie zu beachten war, was von anerkannten Autoritäten verhandelt wurde, waren noch mehr hinderlich. Aber es war noch ein Umstand, der wesentlich dazu beitrug, daß seinen Arbeiten nicht die Wichtigkeit beigelegt wurde, welche sie verdienten, und diesen Umstand müssen wir hier ausführlicher in seiner Erledigung besprechen. Richter setzte voraus: die Säuren verbinden sich mit den Basen und Kalken nur in bestimmten Verhältnissen zu neutralen Salzen; Neutralität existirt bei reinen Salzen, bei löslichen wie bei unlöslichen, nur für Ein Mischungsverhältniß. Aber diese Voraussetzung wurde im Anfang des 19. Jahrhunderts nicht allgemein als richtig anerkannt, und so lange diese Frage nicht entschieden war, mußte jedes Urtheil über die Gültigkeit der Richter'schen Gesetze suspendirt bleiben. Diese Streitfrage fiel unter die allgemeinere: ob überhaupt der Begriff einer chemischen Verbindung bestimmte und constante Zusammensetzung einschließt, indem zu jener Zeit außer den Salzen noch mehrere andere Reihen von Verbindungen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung genauer erforscht wurden, und also in den Kreis der Untersuchung gezogen werden konnten.

Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse.

Wir wollen die Meinungen der in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts geltenden Autoritäten, so weit sie hierher Bezug haben, zusammenstellen.

Bergman hatte die Ansicht, daß alle chemischen Verbindungen auch solche in bestimmten Proportionen sind, nicht sowohl ausgesprochen, als vielmehr gar nicht in Zweifel gezogen. Seine umfassenden Arbeiten über die quantitative Zusammensetzung der Salze, seine Bemühungen, den Gehalt an Phlogiston in den verschiedenen Metallen zu bestimmen, zeigen unwiderleglich, daß er der Meinung war, sämmtliche chemische Verbindungen könnten nur nach einem einzigen, oder doch nur nach sehr wenigen, aber constanten, Zusammensetzungsverhältnissen der Bestandtheile erfolgen.

Lavoisier gleichfalls hatte diese Frage nie in Zweifel gestellt Seine musterhaften Bestrebungen, die quantitative Zusammensetzung so vieler Körper zu bestimmen, wären ganz zwecklos gewesen, sobald er der Ansicht

Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse.

gehuldigt hätte, die Bestandtheile derselben könnten in allen möglichen Verbindungen zusammentreten. Er betrachtete sogar den Umstand, daß chemische Verbindungen nur in wenigen und bestimmten Proportionen statthaben können, als ein wesentliches Kennzeichen einer chemischen Verbindung, die er als dissolution von der bloßen Lösung (solution) unterschied, bei welcher letzteren das Zusammensetzungsverhältniß variabel sei.

So schien es um 1800 allgemein angenommen, daß sich die Bestandtheile nur in wenigen und bestimmten Proportionen zu chemischen Verbindungen vereinigen, als nun Berthollet auftrat, und ganz das Entgegengesetzte lehrte. Ich habe die Grundzüge der Berthollet'schen Lehre schon Seite 317 ff. dieses Theiles mitgetheilt, und es genügt also, darauf zu verweisen und nur hier noch einmal hervorzuheben, daß nach Berthollet sich die Bestandtheile zu wahren chemischen Verbindungen vereinigen können entweder in allen Verhältnissen, oder in gewissen Grenzen, die ihren Ursprung haben erstens in der Eigenschaft der chemischen Verwandtschaft, daß die Kraft, mit der ein Bestandtheil der Verbindung den andern festhält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieses andern Bestandtheils wächst, und zweitens in der Cohäsion der Bestandtheile und der gebildeten Verbindung oder der Elasticität derselben, zweier mit der Temperatur variirenden Kräften. Berthollet's Autorität, und der ausgezeichnete Scharfsinn, womit er diese Meinungen entwickelte, verschafften ihnen viele Anhänger.

Aber gleichzeitig, während Berthollet seine Ansichten durchzuführen suchte, bemühte sich Proust zu zeigen, daß allerdings die chemischen Verbindungen nur in wenigen und bestimmten Verhältnissen der Bestandtheile statthaben. In einer Reihe ausgezeichneter Arbeiten, welche den Jahren 1801 — 1808 angehören, zeigte er, daß die Bildung der Oxyde, der Schwefelverbindungen und der Salze ganz allgemein an feste und unveränderliche Verbindungsverhältnisse gebunden ist; daß scheinbare Ausnahmen hiervon nur auf mechanischer Mengung von Verbindungen in festen Proportionen beruhen. Dieses Gesetz der bestimmten Proportionen sprach Proust zuerst 1801 für die Oxyde aus: Les proportions toujours invariables, ces attributs constans, qui caractérisent les vrais composés de l'art, ou ceux de la nature, en un mot, ce pondus naturae, si bien vu de Stahl; tout cela, dis-je, n'est pas plus au pouvoir du chimiste que la loi d'élection qui préside a toutes les combinaisons. Anfangs glaubte

Proust, daß sich zwei Bestandtheile nur in einem einzigen oder höchstens in zwei Verbindungsverhältnissen vereinigen können; später jedoch, wo er bei einzelnen Metallen drei Oxydationsstufen kennen lernte, betrachtete er die mittlere als aus der Vereinigung der beiden äußersten in Einem Zusammensetzungsverhältnisse hervorgehend. (Vergl. Theil I., Seite 358.)

Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse.

Verschiedene Verbindungen können sich nach Proust in unbestimmten Verhältnissen mit einander mischen, aber das Product dieser Vereinigung ist keine chemische Verbindung; es ist eine Lösung. So unterschied Proust die wahren chemischen Verbindungen (nach ihm combinaisons), die nur in bestimmten und constanten Proportionen zusammengesetzt sind, von den Lösungen (nach ihm dissolutions, obgleich Lavoisier mit diesem Worte den entgegengesetzten Begriff verbunden hatte), die in variabeln und allmälig wechselnden Verhältnissen statthaben können.

Berthollet's und Proust's Ansichten waren sich also geradezu entgegengesetzt; ein wissenschaftlicher Streit erhob sich unter ihnen, welcher mit der vollkommenen Entscheidung dieser Frage geendigt hat. Proust's Arbeiten begannen im Jahre 1801; für die Oxyde wie für die Schwefelmetalle stellte er da bereits die Schlüsse auf, die ich oben mittheilte. Berthollet erwähnte in seiner Statique chymique dieser Arbeiten von Proust mißbilligend, und forderte diesen gewissermaßen zu einer Kritik auf, welche auch den in der Statique chymique geäußerten Ansichten gleich nach ihrem Erscheinen (im Jahre 1804) ausgezeichnet zu Theil wurde. Der Streit zwischen Berthollet und Proust, was Scharfsinn und wissenschaftlichen Anstand angeht, von beiden Theilen gleich ausgezeichnet geführt, zog sich hin bis zum Jahre 1808, welchen Zeitpunkt man als den betrachten kann, wo allgemein chemische Verbindungen als solche, denen bestimmte unabänderliche Zusammensetzungsverhältnisse zukommen, angesehen wurden.

Aber schon früher, während der Dauer des Streites zwischen Berthollet und Proust, hatten einzelne Chemiker diese Ansicht angenommen, und Folgerungen gezogen, welche die von Proust empirisch aufgefundenen Thatsachen einer allgemeineren Betrachtungsweise unterordneten. Es war dies besonders Dalton, der in seiner atomistischen Theorie das Gesetz der bestimmten Proportionen auf eine theoretische Grundlage zurückzuführen suchte.

Proust hatte ausgemittelt, daß, wenn zwei Bestandtheile sich in mehrfachen Verhältnissen verbinden, dieses sprungweise, ohne allmälige

Zwischenglieder, geschieht. Aber er hatte seine Resultate stets in einer Art ausgedrückt, welche ihm das Vorhandensein eines wichtigen Gesetzes verdeckte; nämlich indem er immer zu bestimmen suchte, wieviel von den Bestandtheilen in 100 Gewichtstheilen der Verbindung enthalten ist. Nach dieser empirischen Bezeichnungsweise stellte er z. B. folgende Resultate auf.

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	80	87	78,4
Sauerstoff:	13,8	20	13	21,6

Er dachte aber nicht daran, die Rechnung so zu führen, wieviel des einen Bestandtheils in den beiden Oxydationsstufen mit derselben Menge des andern vereinigt wäre, wo er folgende Resultate erhalten hätte, wenn er die Angabe der Zusammensetzung der niedrigeren Oxydationsstufe unverändert beibehalten hätte:

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	86,2	87	87
Sauerstoff:	13,8	21,5	13	24

wo ihm vielleicht aufgefallen wäre, daß in den Oxydationsstufen des Zinns 24 ziemlich nahe = 2 . 13, und in denen des Kupfers 21,5 auch annähernd = 2 . 13,8 ist. Diese Betrachtungsweise, die verschiedenen Mengen des Einen Bestandtheils, welcher sich mit einem andern in verschiedenen Verhältnissen zu verbinden vermag, auf eine constante Gewichtsmenge des letzteren zu beziehen, versuchte zuerst Dalton.

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Dalton untersuchte im Anfange dieses Jahrhunderts das sogenannte ölerzeugende Gas und das Kohlenwasserstoffgas; er fand, daß auf dieselbe Gewichtsmenge Kohlenstoff in dem letzteren genau das Doppelte der Gewichtsmenge an Wasserstoff enthalten ist, als im ersteren. Er versuchte, ob sich diese Regelmäßigkeit in anderen ähnlichen Verbindungen wiederfinde, und fand sie an den Oxydationsstufen des Kohlenstoffs, den Verbindungen von Stickstoff mit Sauerstoff u. s. w. bestätigt. — Dalton entdeckte also, daß wenn ein Bestandtheil sich in verschiedenen Gewichtsmengen mit derselben Gewichtsmenge eines andern Bestandtheils verbindet, die ersteren Gewichtsmengen unter einander einfache Multipla sind; er entdeckte das Gesetz der multiplen Proportionen.

Dalton suchte sich für diese Erscheinung eine theoretische Vorstellung zu schaffen. Er nahm an, alle Körper bestehen aus kleinen Theilchen, die

keine weitere Zertheilung zulassen, aus Atomen; und Verbindung entstehe aus dem Aneinanderlagern sehr weniger Atome Eines Bestandtheils an sehr wenige Atome des andern. Als das am häufigsten Vorkommende nahm Dalton an, es verbinde sich 1 Atom des einen Bestandtheils mit 1 Atom des andern; in diesem Falle giebt das Zusammensetzungsverhältniß der Verbindung die relativen Gewichte von den Atomen der Bestandtheile.

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Diese Vorstellungen Dalton's werde ich bei der besondern Betrachtung der atomistischen Theorie noch einmal zu besprechen haben. Die hier geäußerten Ansichten hatte er bereits im Jahre 1804 gefaßt, wo er sie einem andern englischen Chemiker, Thomson, mittheilte. Zu dieser Zeit hatte er auch bereits die Atomgewichte verschiedener Körper bestimmt, wobei er das des leichtesten, des Wasserstoffs, als Einheit annahm. Die Genauigkeit seiner damaligen Bestimmungen läßt sich aus folgender Tabelle ersehen, wo seine Angaben mit denen von Berzelius verglichen sind [1].

Dalton's Atomgewichtstafel. 1804.

Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Wasserstoff	1	12,5	12,5
Kohlenstoff	5	76,4	13,3
Stickstoff	5	88,5	17,7
Sauerstoff	6,5	100,0	15,4

Die bedeutenden Abweichungen der letzten Columne, deren Zahlen bei richtigen Bestimmungen Dalton's unter sich gleich sein müßten, zeigen, wie ungenau dieser erste Versuch der Ermittelung von Atomgewichten war, und in der That lagen zu der damaligen Zeit noch zu wenig exacte Bestimmungen vor, als daß sie hätten genauer sein können. Doch hatte Dalton vollkommen eingesehen, welche Anwendung sich davon machen läßt; in dem Abschnitte über chemische Zeichen werde ich mittheilen, welchen Weg er einschlug, um mit Zugrundelegung der angegebenen Atomgewichte die Zusammensetzung verschiedener Verbindungen auszudrücken.

[1]) Ich habe hier und in dem Folgenden stets die Berzelius'schen Angaben als die richtigen zur Vergleichung beigesetzt, obgleich einige derselben in der letzten Zeit Abänderungen erlitten haben. Es konnte dies um so mehr geschehen, als die Fehler, womit sie höchstens behaftet sind, jedenfalls nicht in Anschlag kommen gegen die Unrichtigkeiten der früheren Bestimmungen.

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Dalton's Ansichten wurden zuerst 1807 von Thomson in dessen System of Chemistry bekannt gemacht; in demselben Jahre noch erhielt des Ersteren Gesetz der multiplen Proportionen durch andere Gelehrte Bestätigung. Thomson und Wollaston untersuchten die neutralen und sauren kleesauren Salze, und fanden, daß die mit derselben Gewichtsmenge Basis darin verbundenen Mengen Säuren einfache Multipla unter einander sind. Wollaston zeigte besonders überzeugend, daß sich die Kleesäure in verschiedenen Mengen mit derselben Quantität Kali verbinden kann, und daß sich diese Mengen genau verhalten wie 1 : 2 : 4; ferner daß in den verschiedenen Verbindungen der Kohlensäure mit Kali in der einen auf dieselbe Menge Kali gerade noch einmal so viel Säure enthalten ist, als in der andern. Diese Thatsachen richteten die Aufmerksamkeit der Chemiker in hohem Grade auf Dalton's Theorie. Im Jahre 1808 erschien nun des Letzteren Werk: New System of Chemical Philosophy, und hierin theilte er selbst die Grundzüge seiner Ansichten mit. Als eine bedeutende Erweiterung der stöchiometrischen Kenntnisse, welche wir Dalton verdanken, muß auch noch seine Entdeckung hervorgehoben werden, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile ausgedrückt ist, ein Resultat, daß ebensowohl aus seiner atomistischen Theorie hervorgeht, als auch von ihm in der Erfahrung nachgewiesen wurde.

In dem eben angeführten Werke theilte Dalton eine Tafel der Atomgewichte von 37 Substanzen mit, von welchen ich hier die der wichtigsten ausziehe, und ihnen wieder eine Vergleichung mit den zugehörigen Berzelius'schen Zahlen beifüge.

Dalton's Atomgewichtstafel. 1808.

Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.	Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Wasserstoff	1	12,5	12,5	Strontian	46	647,3	14,1
Stickstoff	5	88,5	17,7	Baryt	68	956,9	14,1
Kohlenstoff	5	76,4	15,3	Eisen	38	339,2	8,9
Sauerstoff	7	100,0	14,3	Zink	56	403,2	7,2
Schwefel	13	201,2	15,5	Kupfer	56	395,7	7,1
Bittererde	20	258,3	12,9	Blei	95	1294,5	13,6
Kalk	23	356,0	15,4	Silber	100	1351,6	13,5
Natron	28	390,9	13,9	Platin	100	1233,3	12,3
Kali	42	589,9	14,0	Quecksilber	167	2531,6	15,1

Es stimmen in dieser Tabelle die Zahlen der letzten Columne schon besser, als dies in der früheren der Fall war; sie kommen sich mit wenig Ausnahmen ziemlich nahe, und diese Ausnahmen beruhen meist auf einer andern Betrachtungsweise der Zusammensetzung, als wir sie jetzt anzunehmen gewohnt sind, und geben deßwegen ein einfaches Submultiplum der sonst ziemlich constanten Verhältnißzahl. Wie Dalton mit Hülfe dieser Annahmen für die Atomgewichte der genannten Substanzen sich die Constitution der Verbindungen aus ihnen vorstellte, in Bezug darauf muß ich wieder auf den Abschnitt über chemische Zeichen verweisen.

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Wir sind jetzt mit der Betrachtung der Geschichte der Stöchiometrie bis zum Jahre 1808 gekommen, wir haben als Hauptpunkte der bis dahin gewonnenen Erkenntniß Richter's Gesetz der Proportionen, Dalton's Gesetz der multiplen Proportionen und des Letzteren Entdeckung, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile gegeben ist, kennen gelernt. Der chronologischen Ordnung nach müßten wir jetzt zu den Arbeiten von Gay-Lussac über die Verbindungsverhältnisse der Gase übergehen, die bald von dem größten Einfluß auf die Stöchiometrie wurden. Doch sei es erlaubt, um die Vervollkommnung der stöchiometrischen Tabellen im Zusammenhange zu verfolgen, hier gleich noch einige zusammenzustellen, die sich an Dalton's Arbeiten unmittelbar anschließen, und auf welche Gay-Lussac's bald zu erwähnende Entdeckung noch von keinem Einflusse war.

Dalton's Entdeckungen in der Stöchiometrie und die theoretischen Ansichten, welche er sich darüber bildete, beschäftigten bald die Aufmerksamkeit der Chemiker, von denen einzelne sich dagegen erklärten, während die meisten mit dem Zugeständniß der Richtigkeit der empirisch gefundenen Regelmäßigkeiten auch der theoretischen Ansicht Dalton's beitraten. Zu den frühesten Vertheidigern der atomistischen Theorie in England, Thomson und Wollaston, gesellte sich bald, noch 1807, H. Davy, der im Anfange der atomistischen Theorie keinen Beifall geschenkt hatte. Als er ihr zugetreten war, führte er für den von Dalton gebrauchten Ausdruck „Atomgewicht“ eines Körpers die Bezeichnung „Proportionalzahl“ ein; Wollaston gebraucht ein demselben Sinne den Ausdruck „Aequivalent“, welcher viel Beifall unter den Chemikern fand, die Dalton's Ansichten über die Ursachen der bestimmten Proportionen nicht theilten. — In Frankreich erfuhr Dalton's atomistische Theorie heftigen Widerspruch durch Berthollet

1808 in der Einleitung, welche dieser zu der französischen Uebersetzung von Thomson's Chemie schrieb, und es war dies nicht zu verwundern, da mit jener Theorie die von Berthollet über die Gewichtsverhältnisse, worin sich Bestandtheile zu Verbindungen vereinigen, geäußerten Ansichten schlechterdings nicht vereinbar waren. In Deutschland zeigten sich gleichfalls viele Chemiker, den dynamischen Ansichten über die Materie zugethan, Dalton's atomistischer Theorie abgeneigt; die empirischen Resultate desselben, das Statthaben bestimmter Proportionen, in welchen sich die Elemente unter einander vereinigen, wurde indeß anerkannt, und die Ermittelung dieser Proportionen, die Bestimmung der Atomgewichts- oder Aequivalentszahlen zu einem der wichtigsten Gegenstände der chemischen Forschung.

Thomson's Atomgewichtstafel. 1810.

Nach Dalton war es zunächst Thomson, der eine Tafel der Aequivalentgewichte für 23 Säuren und Basen berechnete und bekannt machte, und zwar in dem 1810 erschienenen V. Bande seines System of Chemistry. Um über die Genauigkeit urtheilen zu lassen, welche zu dieser Zeit die stöchiometrischen Bestimmungen hatten, hebe ich folgende Angaben der wichtigeren Substanzen aus, und füge die Vergleichung mit Berzelius' Zahlen wieder bei [1]).

Basen.	Thomson.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Thomson.	Berzelius.	Verhältniß.
Baryt	63	956,9	15,2	Weinsteins.	45,7	830,7	18,2
Strontian	37,6	647,3	17,2	Oxals.	39,5	452,8	11,5
Kali	38	589,9	15,5	Essigs.	36	643,2	17,9
Natron	23,3	390,9	16,7	Citronens.	35,1	730,7	20,8
Kalk	21,8	356,0	16,3	Salpeters.	34	677,0	19,9
Bittererde	17,6	258,3	14,7	Bernsteins.	32,5	630,7	19,4
				Schwefels.	31	501,2	16,2
				Phosphors.	22	446,1	20,3
				Salzs.	18	342,6	19,0
				Kohlens.	16,5	276,4	17,0
				Flußs.	11,5	133,8	11,7

[1]) Hinsichtlich der Zahlen für Phosphorsäure, Salzsäure und Flußsäure verweise ich auf das in der Note zu Fischer's Tafel, Seite 365, Gesagte.

Aus den Differenzen zwischen den Zahlen der letzten Columme läßt sich absehen, wie ungenau noch alle stöchiometrischen Bestimmungen um 1810 waren.

Viel genauer und reichhaltiger war eine Tabelle, die kurz nach dieser Zeit von Wollaston zusammengestellt wurde. Wollaston beschäftigte sich namentlich um 1813 viel mit den Atomgewichten, oder wie er sie nannte, Aequivalentgewichten. Um die Rechnung mit denselben zu erleichtern, construirte er seine synoptische Scale der chemischen Aequivalente, indem er die schon bekannten logarithmischen Rechnenstäbe zu chemischen Aequivalentenscalen einrichtete, und so ein Mittel in die Hand gab, die Resultate aller vorkommenden Rechnungen mit Aequivalentgewichten auf ganz mechanische Art zu finden. Diese mechanischen Einrichtungen wurden zu jener Zeit mit Beifall aufgenommen, und mancherlei Verbesserungen und Abänderungen an ihnen angebracht; sie geriethen jedoch bald in Abnahme, sobald die Atomgewichte schärfer bestimmt wurden, und ihre Anwendung also die Ableitung genauerer Resultate gestattete, als die mechanische Verrichtung noch geben konnte.

Wollaston's Tabelle vom Jahre 1814 läßt uns sogleich einen bedeutenden Fortschritt in der Bestimmung der Atomgewichte erkennen. Sie war aus den besten damaligen Bestimmungen (meist aus denen anderer Chemiker, worunter viele auch bereits von Berzelius), abgeleitet. Wollaston wich darin von Dalton ab, daß er nicht wie dieser als Einheit das Atomgewicht des Wasserstoffs wählte, sondern das des Sauerstoffs = 10 setzte, und darauf die Atomgewichte der anderen Substanzen bezog. Wollaston's Tabelle war schon viel vollständiger als die Dalton's; sie umfaßte die Atomgewichte vieler einfachen Körper, und die Constitution und Atomgewichte vieler Basen, Säuren und Salze. Ich theile von seinen Angaben hier die wichtigsten mit; eine Vergleichung mit den Berzelius'schen Zahlen ergiebt sich leicht, da Beider Darstellung nur darin abweicht, daß bei Wollaston das Atomgewicht des Sauerstoffs = 10, bei Berzelius = 100 angenommen ist.

Wollaston's Atomgewichtstafel. 1814.

Wollaston's Atomgewichtstafel. 1814.

Substanz.	Wollaston.	Berzelius.	Substanz.	Wollaston.	Berzelius.
Wasserstoff	1,32	12,5	Kalium	49,1	489,9
Sauerstoff	10,00	100,0	Bittererde	24,6	258,3
Wasser	11,32	112,5	Calcium	25,46	256,0
Kohle	7,54	76,4	Strontian	63	647,3
Schwefel	20,00	201,2	Baryt	97	956,9
Phosphor	17,40	196,2	Eisen	34,5	339,2
Stickstoff	17,54	177,0	Kupfer	40	395,7
Chlor	44,1	442,6	Zink	41	403,2
Kleesäure	47,0	452,8	Quecksilber	125,5	1265,8
Ammoniak	21,5	214,5	Blei	129,5	1294,5
Natrium	29,1	290,9	Silber	135	1351,6

Es ist hier nur zu der Bestimmung des Atomgewichts des Phosphors die Bemerkung zu machen, daß Wollaston in der Phosphorsäure auf 1 Aequivalent Phosphor 2 Aequivalente Sauerstoff annahm. — Die anderen in der Tabelle vorkommenden Verbindungen betrachtete er schon meist ganz so, wie es jetzt noch der Fall ist.

So waren um 1814 schon die Atom- oder Aequivalentgewichte der Körper in einer Weise festgestellt, welche von den jetzt gebrauchten sich nur in der Beziehung unterschieden, daß die einzelnen Zahlenwerthe nicht ganz so genau waren, und daß die Bestimmungen ganz empirisch diejenigen Gewichtsverhältnisse ausdrückten, nach welchen sich die Constitution der Verbindung am einfachsten ergab. Diese Gewichte wurden von Einigen als die wahren relativen Gewichte der Atome der Körper angesehen, aber für keine Klasse von Körpern wurde bei den obigen Bestimmungen eine andere Betrachtungsweise geltend gemacht, welche als Beweis hätte hinzutreten können, daß die so gefundenen Aequivalentgewichte auch wirklich die Atomgewichte sind. Ein neuer Gesichtspunkt wurde möglich, nachdem schon 1808 Gay-Lussac ein einfaches Gesetz über die Verbindungsverhältnisse der Gasarten hatte kennen lehren. Die näheren Umstände dieser Entdeckung, die der Stöchiometrie ganz angehört, haben wir nun zu betrachten.

Die ersten Versuche, die Raumverhältnisse zu bestimmen, in welchen sich zwei Gasarten zu einer chemischen Verbindung vereinigen, datiren aus

den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts. Die Versuche von Priestley, welcher mittelst Salpetergas den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft zu bestimmen suchte, gehören weniger hierher. Lavoisier war der erste, der in dieser Beziehung genaue Untersuchungen anstellte. Bereits im Jahre 1783 untersuchte er in Gemeinschaft mit La Place, in welchem Verhältniß sich Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbindet, und fand es 1 Volumtheil Sauerstoffgas zu 1,91 Volumtheilen Wasserstoffgas Bei einer gleich darauf folgenden Wiederholung des Versuchs, die er gemeinschaftlich mit Meusnier anstellte, bestimmte er das Verhältniß wie 12 Raumtheile Sauerstoffgas zu 23 Raumtheilen Wasserstoffgas. Fourcroy, Vauquelin und Seguin fanden 1790, daß 100 Volumtheile Sauerstoffgas sich mit 205 Volumtheilen Wasserstoffgas zu Wasser vereinigen. Keiner von allen diesen dachte indeß daran, daß das Verhältniß der Volumtheile einfach 1 zu 2 sein könnte, obgleich die Resultate der Beobachtungen nur wenig davon abwichen. — Ebenso hatte schon 1785 Berthollet gezeigt, daß bei dem Zersetzen von 100 Volumtheilen Ammoniakgas die nun getrennten Bestandtheile 194 Volumtheile einnehmen, ohne zu bemerken, wie nahe dies Ausdehnungsverhältniß 1:2 ist. Auf diese Regelmäßigkeit in ihrer ganzen Wichtigkeit machte erst Gay-Lussac 1808 aufmerksam.

Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase.

Bereits 1805 hatte dieser Gelehrte in Gemeinschaft mit Alexander von Humboldt gefunden, daß die Vereinigung von Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas zu Wasser genau in dem Verhältniß von 1 Volumtheil des ersteren zu 2 Volumtheilen des letzteren Gases stattfindet. Auch Gay-Lussac indeß verallgemeinerte diese Bemerkung zu jener Zeit noch nicht, erst 1808 fand er, durch genaue Zerlegung vieler Verbindungen, deren Bestandtheile gasförmig sind, daß, wenn sich zwei Gase mit einander vereinigen, dies immer in der Art geschieht, daß die Volume der Bestandtheile, welche in der Verbindung enthalten sind, in einem einfachen Verhältniß zu einander stehen. Er zeigte, daß die Bildung des Wasses hierher gehört, insofern sich dabei 1 Volum Sauerstoffgas mit genau 2 Volumen Wasserstoffgas verbindet; er zeigte weiter, daß Salmiak durch die Vereinigung von 1 Volum Salzsäuregas mit genau 1 Volum Ammoniakgas entsteht, daß Fluorborongas sich in zwei Verbindungen mit Ammoniakgas verbindet, entweder zu gleichen Raumtheilen, oder in dem Verhältniß von 2 Volumtheilen des ersteren Gases auf 1 Volumtheil des letzteren; daß bei der Verbindung des

Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse d. Gase.

Kohlensäuregases dasselbe Verhalten statthat. Ebenso zeigte er, daß Schwefelsäure entsteht durch Verbindung von 1 Volumtheil schwefliger Säure mit $\frac{1}{2}$ Volumtheil Sauerstoff, und auch die Zusammensetzung des Ammoniaks ergab sich nun schon aus Berthollet's älteren Versuchen, die sein Sohn zu dieser Zeit wiederholte, als aus 1 Maaß Stickgas auf 3 Maaß Wasserstoffgas bestehend. Diese Gesetzmäßigkeit, daß, wenn sich ein gasförmiger Bestandtheil in mehreren Verhältnissen mit einem andern Gas verbindet, die Mengen des ersteren (nach Volum), welche zu derselben Volummenge des zweiten treten, einfache Multipla unter einander sind, wies Gay-Lussac damals besonders überzeugend für die Oxydationsstufen des Stickstoffs nach. Er fand, daß die folgenden Verbindungen aus ihren Bestandtheilen (diese im Gaszustand gedacht) zusammengesetzt sind:

Stickoxydul	aus 2	Maaß	Stickgas	auf 1	Maaß	Sauerstoffgas
Stickoxyd	» 2	»	»	» 2	»	»
salpetrige Säure	» 2	»	»	» 4	»	»

Gay-Lussac zeigte ferner, daß das Volum des Products einer solchen Verbindung, wenn es gasförmig ist, zu der Summe der Volume der Bestandtheile in einem einfachen Verhältniß steht; daß es entweder der Summe der Volume der Bestandtheile gleich ist, oder $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ .... davon; wie z. B. im Ammoniak 1 Volum Stickgas und 3 Volume Wasserstoffgas (zusammen 4 Volume) zu 2 Volumen der Verbindung vereinigt sind, und salpetrige Säure sich bildet, indem 1 Maaß Stickgas sich mit 2 Maaß Sauerstoffgas zu 2 Maaß der Verbindung ($\frac{2}{3}$ der Summe der Volume der Bestandtheile) vereinigt.

Die Regelmäßigkeiten, welche Gay-Lussac hinsichtlich der Verbindung gasförmiger Bestandtheile nachwies, wurden den Chemikern 1809 bekannt, wo sie Gay-Lussac in dem 2. Bande der Mémoires de la société d'Arcueil publicirte. Sie schienen anfangs mit Dalton's Ansichten nicht verträglich. Der Grund davon lag einfach darin, daß zu jener Zeit noch alle Bestimmungen der specifischen Gewichte der Gasarten sehr unvollkommen waren. Wenn es nach Dalton hinsichtlich der Zusammensetzung nach Gewicht allgemein wahr ist, daß chemische Verbindungen überhaupt nach einfachen Verhältnissen der Atomgewichte ihrer Bestandtheile zusammengesetzt sind, daß in Verbindungen nach mehrfachen Verhältnissen auf 1 Atomgewicht des einen Bestandtheils einfache Multipla des Atomgewichts des andern Bestandtheils enthalten sind — wenn es

andererseits nach Gay=Lussac wahr ist, daß solche Regelmäßigkeiten auch für die Verbindungen der Gase nach Volumen gelten — so läßt sich hieraus kein anderer Schluß ziehen, als daß Ein Volum eines Gases zugleich Ein Atomgewicht desselben ist, daß gleiche Volume verschiedener Gase im Verhältniß ihrer Atomgewichte schwer sind; daß also die specifischen Gewichte der Gase auch ihre Atomgewichte sind, oder doch in einem einfachen Verhältniß dazu stehen. Und wenn dies nicht der Fall ist, so müssen entweder Dalton's Gesetze oder die Gay=Lussac's ungültig sein. Die specifischen Gewichte der Gasarten waren aber damals im höchsten Grade unvollkommen ermittelt; von den einfachen Körpern kannte man nur drei im Gaszustand in Hinsicht auf ihre Dichtigkeit, und selbst bei diesen wenigen stimmten die damals als die besten angesehenen Dichtigkeitsbestimmungen nicht mit dieser Folgerung. Kann es unter diesen Umständen wundern, wenn Dalton, von der Richtigkeit seiner Ansichten überzeugt, Bedenken trug, die Folgerungen von Gay=Lussac's Versuchen anzuerkennen? In der That suchte Dalton in dem 1810 erschienenen 2. Bande seines New System of Chemical Philosophy zu widerlegen, daß eine solche Regelmäßigkeit hinsichtlich der Verbindung von gasförmigen Körpern statthabe, wie sie Gay=Lussac angezeigt hatte. Die letzteren indeß bestätigten sich bald allgemein (wenn die Genauigkeit, womit Gay=Lussac's Versuche angestellt waren, noch eine Bestätigung nöthig machte), und bald sah man auch ein, aus welchem Grunde die Uebereinstimmung zwischen Dalton's und Gay=Lussac's Gesetzen bisher zu mangeln schien.

Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse d. Gase.

Als der Chemiker, welcher vorzüglich die von Gay=Lussac entdeckten Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der Verbindungsverhältnisse gasförmiger Körper bei der Bestimmung der Gewichtsmengen, in welchen sich die Körper überhaupt vereinigen, zu Grunde legte, ist Berzelius zu nennen. Berzelius ist als der Schöpfer des heutigen Zustandes der Stöchiometrie zu betrachten; ebenso wie in dem theoretischen Theil der Stöchiometrie (den ich gleich in der Geschichte der atomistischen Theorie abhandeln werde), hat er auch in dem experimentellen Vorzügliches geleistet. Kein anderer hat, so wie er, die von Richter, Dalton und Gay=Lussac für verhältnißmäßig wenig Verbindungen aufgefundenen Gesetze zu bestätigen, zu verallgemeinern und erweitern gewußt, keiner sich um die sorgfältige Bestimmung

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

der dabei in Betracht kommenden Zahlenverhältnisse so viel Verdienst erworben, als Berzelius.

Berzelius' Arbeiten fingen weit früher an, als bis wohin wir in dem Vorhergehenden bereits die Fortschritte der Stöchiometrie verfolgt haben, und an der Entwicklung bis zu diesem Zeitpunkt hatte er bereits wichtigen Antheil, wie denn besonders in der Seite 376 mitgetheilten Tabelle von Wollaston viele Bestimmungen ihre Richtigkeit der Genauigkeit der Analysen von Berzelius verdanken, aus denen sie abgeleitet sind.

Berzelius wurde zu Untersuchungen über diesen Gegenstand geführt, als er die erste Auflage seines Lehrbuchs der Chemie (welche 1808 erschien) bearbeitete, und zu diesem Behuf unter anderen wenig gelesenen Werken auch Richter's Schrift »über die neueren Gegenstände der Chemie« durchging. Berzelius' durchdringender Geist sah sogleich die lange verkannte Wichtigkeit der Richter'schen Betrachtungsweise ein, er sah, daß diese Betrachtungsweise ein Mittel in die Hand giebt, aus der genauen Analyse einiger Salze die Zusammensetzung aller anderen Salze, welche aus den ersteren durch wechselseitige Zersetzung unter Beibehaltung der Neutralität gebildet werden können, mit Sicherheit abzuleiten. Berzelius sah ein, daß die erste Grundlage zur Anwendbarkeit dieser Berechnungsmethode in möglichst scharfen Analysen einiger Salze gesucht werden muß; er begann an dieser Feststellung der stöchiometrischen Elemente zu arbeiten in einer Zeit (vor 1808), als weder Dalton's atomistische Theorie noch Gay-Lussac's Entdeckungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase zur allgemeineren Kenntniß gekommen waren. Als Dalton's Entdeckung der multiplen Proportionen und der Gesetzmäßigkeit, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte der darin enthaltenen Bestandtheile gegeben ist, Berzelius bekannt wurde, hatte er bereits unter den schon gewonnenen Resultaten seiner Analysen viele, welche diese Ansichten auf eine ausgezeichnete Weise bestätigten. Und indem Berzelius alle seitdem in das Gebiet der Stöchiometrie fallenden Entdeckungen in das Bereich seiner Arbeit aufnahm, und selbst mehrere der wichtigsten Regelmäßigkeiten entdeckte, gewannen seine Untersuchungen über diesen Gegenstand eine solche Ausdehnung, wie kaum je irgend ein anderer Chemiker einen einzelnen Zweig der Chemie umfassend behandelt hat.

Berzelius, nicht mit den vagen Uebereinstimmungen zwischen Rechnung und Erfahrung zufrieden, welche für Richter und Dalton in

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

vielen Fällen genügend waren, um die Existenz von Naturgesetzen für erwiesen zu erachten, fand im Gegentheil in den Differenzen zwischen den unmittelbaren Ergebnissen der Analyse und der aus einigen früher bestimmten Elementen geführten Rechnung die Wegweiser, welche ihn zu einer hinreichend scharfen Ausmittelung aller in der Stöchiometrie vorkommenden Zahlengrößen leiteten. Er sah in jeder, noch so kleinen, Differenz das Kennzeichen eines begangenen Beobachtungsfehlers, aber durch häufige Wiederholung der Versuche nach verschiedenen Methoden lernte er die begangenen Fehler kennen und vermeiden; indem er so zeigte, nach welchen Methoden man arbeiten muß, um die Resultate von Analysen in vollkommene Uebereinstimmung mit der theoretischen Berechnung zu bringen, hob er die analytische Chemie zu einer Stufe der Vollkommenheit, welche sie ohne diese scharfe Controle, ohne seinen Scharfsinn in der Auswahl der zweckmäßigsten Methoden und in der Auffindung neuer Hülfsmittel und ohne seine bewundernswürdige Ausdauer nie erreicht hätte.

Von den vielen wichtigen Wahrnehmungen, welche Berzelius bei diesen Untersuchungen machte, erwähne ich hier, als der Zeit nach der ersten, derjenigen über das Verhältniß der Sauerstoffmengen der Basen und Säuren in neutralen Salzen. Daß das Sättigungsvermögen der Metalloxyde von ihrem Sauerstoffgehalt abhängt, hatte schon Richter gefunden; durch Davy's Entdeckung, daß auch die Alkalien Metalloxyde sind, wurde in dieser Beziehung weiteren Forschungen die Bahn eröffnet, und Berzelius zeigte 1810 durch die genauesten Untersuchungen, daß allgemein bei Bildung eines Neutralsalzes eine bestimmte Menge von einer Säure immer in der sie sättigenden Basis dieselbe Menge Sauerstoff voraussetzt. Berzelius ging aber nun weiter zur Beantwortung der Frage, wie sich die Menge des Sauerstoffs in den Säuren zu der Menge einer Basis, welche sie sättigen, verhält; und schon 1811 wurde von ihm nachgewiesen, daß eine Säure in jedem Neutralsalze, das sie bildet, entweder eine gleiche Menge, oder doppelt, oder dreifach u. s. w. so viel Sauerstoff enthält, als die Basismenge, wodurch sie neutralisirt wird, daß also in den neutralen Salzen der Sauerstoff der Base ein Theiler ist für den Sauerstoff der Säure. Diese und andere Entdeckungen von Berzelius, daß z. B. wenn ein Schwefelmetall in ein schwefelsaures Salz oxydirt wird, das letztere neutral ist, u. s. w., trugen hauptsächlich dazu bei, die Wichtigkeit der stöchiometrischen Rechnungen in's rechte Licht zu setzen.

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

Kein anderer Chemiker hat die Gesetze der Stöchiometrie so fruchtbar zu machen gewußt, kein anderer hat sie in so vielen verschiedenen Fällen nachgewiesen, wo man weit entfernt war, derartige Regelmäßigkeiten vorauszusetzen. Außer seinen zahlreichen Untersuchungen über Verbindungen der unorganischen Chemie, deren atomistische Constitution er aufzufinden sich bestrebte, waren besonders diejenigen Entdeckungen von ihm für die Chemie wichtig, daß auch alle organischen Substanzen nach den Regeln der Stöchiometrie zusammengesetzt sind, und daß die Producte des Mineralreichs ebenso eine bestimmte Regelmäßigkeit der Zusammensetzung befolgen, und sich ganz als chemische Verbindungen betrachten und classificiren lassen. Ueber diese Gegenstände findet sich die weitere Mittheilung des Historischen, wo von der Mineralogie als einer Hülfswissenschaft der Chemie gehandelt wurde, und wo die Entwicklung der organischen Chemie zu besprechen ist. Hier aber ist zunächst noch weiter auszuführen, wie Berzelius sich ein unvergängliches Verdienst dadurch erworben hat, daß er die Atomgewichte aller einfachen Körper, alle stöchiometrischen Elemente, durch genaue Versuche möglichst scharf festzustellen suchte. Seine Bemühungen in dieser Beziehung machten eine Reihe von Arbeiten nöthig, von einer Ausdehnung, wie sie kaum bei der Lösung irgend eines andern wissenschaftlichen Problems wieder vorkam, und er führte sie mit einer Genauigkeit aus, daß noch für lange Zeit seine Bestimmungen im Allgemeinen die leitenden sein werden. Mögen auch in neuester Zeit einige seiner Bestimmungen Berichtigungen erhalten haben, so sind doch diese nicht bedeutend; Berzelius hat wenigstens die Atomgewichte mit einer solchen Genauigkeit ausgemittelt, daß über die Constitution der Verbindungen kein Zweifel bleiben konnte; und welche andere Arbeit in der Chemie kann sich, mit Berücksichtigung der Zeit, wo sie angestellt wurde, mit der von Berzelius an Genauigkeit messen, welche andere Zahlenbestimmungen haben, trotz des raschen Fortschreitens dieser Wissenschaft, so lange sich volle Autorität zu behaupten gewußt?

Berzelius' Bestimmungen der Atomgewichte (die Arbeiten hierüber sind ursprünglich in dem 3. — 6. Theile seiner Afhandlingar [1810 — 1818] und in den Denkschriften der Stockholmer Akademie für diesen Zeitraum enthalten) gaben schon in dem Anfange seiner Untersuchungen Resultate, welche von denen seine Vorgänger oft bedeutend abwichen; seine späteren Untersuchungen berichtigten seine ersten, zeigten aber zugleich, wie gering

die Fehlergrenze auch bei diesen gewesen war. Ich habe oben angefangen, die Vervollkommnung der stöchiometrischen Tafeln von ihrer ersten Entstehung an dadurch zu zeigen, daß ich die verschiedenen Tabellen, wie sie hintereinander aufgestellt wurden, mittheilte. Es wird, um diese Uebersicht zu vollenden, angemessen sein, auch die Atomgewichtstafeln von Berzelius hier einzurücken, und ich wähle hierzu die erste vollständige, die er mittheilte (von 1815), und eine spätere gleichfalls von ihm ausgegangene (von 1826), welche letztere sich in den meisten Zahlen unverändert bis auf die neueste Zeit behauptet hat. Die minder wichtigen Elemente glaube ich hier auslassen zu dürfen.

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Substanz	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Sauerstoff	100	100
Schwefel	201	201,2
Phosphor	167,5	196,2
Muriaticum	139,6	(142,6)
Fluoricum	60	
Boron	73,3	136,0 (× ½ = 68,0)
Kohle	74,9	76,4
Nitricum	79,5	(77,0)
Wasserstoff	6,64	6,24
Arsenik	839,9	470,0 (× 2 = 940,0)
Molybdän	601,6	598,5
Chrom	708,1	351,8 (× 2 = 703,6)
Wolfram	2424,2	1183,2 (× 2 = 2366,4)
Tellur	806,5	806,5
Antimon	1613	806,5 (× 2 = 1613,0)
Kiesel	304,3	277,5
Platin	1206,7	1215,2
Gold	2483,8	1243,0 (× 2 = 2486,0)
Quecksilber	2531,6	1265,8 (× 2 = 2531,6)
Silber	2688,2	1351,6 (× 2 = 2703,2)
Kupfer	806,5	395,7 (× 2 = 791,4)
Nickel	733,8	369,7 (× 2 = 739,4)
Kobalt	732,6	369,0 (× 2 = 738,0)
Wismuth	1774	1330,3 (× 4/3 = 1774)
Blei	2597,4	1294,5 (× 2 = 2589,0)
Zinn	1470,6	735,3 (× 2 = 1470,6)

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Substanz.	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Eisen	693,6	339,2 (× 2 = 678,4)
Zink	806,4	403,2 (× 2 = 806,4)
Mangan	711,6	355,8 (× 2 = 711,6)
Aluminium	343	171,2 (× 2 = 342,4)
Magnesium	315,5	158,4 (× 2 = 316,8)
Calcium	510,2	256,0 (× 2 = 512,0)
Strontium	1118,1	547,3 (× 2 = 1094,6)
Baryum	1709,1	856,9 (× 2 = 1713,8)
Natrium	579,3	290,9 (× 2 = 581,8)
Kalium	978,0	489,9 (× 2 = 979,8)

Zu dieser Tabelle bemerke ich vorerst, daß in der Phosphorsäure Berzelius 1815 zwei Atome Sauerstoff annahm; daß Muriaticum, Fluoricum und Nitricum hypothetische Körper sind, welche nach Berzelius' früheren Ansichten die Säuren bilden, die beiden ersteren durch Verbindung mit 2 Atomen Sauerstoff die hypothetische Salzsäure und Flußsäure, die letztere durch Verbindung mit 6 Atomen Sauerstoff die Salpetersäure (und diesen Annahmen gemäß sind die aus den Angaben von 1826 abgeleiteten Vergleichungen beigefügt).

In Hinsicht auf die Genauigkeit der einzelnen Zahlenbestimmungen, insofern sie von der größeren Geschicklichkeit und den vervollkommneteren Methoden zu analysiren abhängt, haben wir jetzt die stöchiometrischen Tabellen von ihrem ersten Anfange an bis zu unserer Zeit verfolgt; denn die meisten der in der zunächst vorhergehenden Tabelle enthaltenen Größen sind noch jetzt die allgemein angenommenen, und wenn auch einzelne Bestimmungen in der letzten Zeit noch genauer ausgeführt worden sind, als es Berzelius zu der Zeit möglich war, wo er die dahin gehörigen Versuche ausführte, so sind doch die neueren Resultate von denen, welche Berzelius auffand, nur wenig verschieden, sehr wenig im Verhältniß zu den Aenderungen, durch welche Berzelius alle vor seiner Zeit abgeleiteten Angaben berichtigte. In dieser Beziehung könnten wir uns nun von der Bestimmung der Atomgewichte wegwenden, aber wenn wir diese stöchiometrischen Tabellen aus verschiedenen Zeitpunkten betrachten, so sehen wir, daß unabhängig von der eben besprochenen Art der genaueren Zahlen=

bestimmung und der Willkürlichkeit, für welchen Körper man das Atomgewicht = 1 oder 10 oder 100 setzt, die Angaben für das Gewicht Eines Atoms sich mannichfach ändern; daß z. B. Dalton in Bezug auf das Atomgewicht des Sauerstoffs das des Wasserstoffs doppelt so groß setzte, als Berzelius; daß 1815 bei vielen Metallen für das Gewicht Eines Atoms gehalten wurde, was 1827 und später als das Gewicht von zwei Atomen angesehen wurde. Es führt uns dies darauf, zu untersuchen, nach welchen Grundsätzen man in den verschiedenen Zeiten für die Körper das relative Gewicht Eines Atoms auszumitteln suchte. Wir haben dies in der Betrachtung der Theorien über die atomistische Constitution der Materie zu untersuchen, die das Vorhergehende vervollständigen muß, in welchem die empirische Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze der hauptsächlichste Gegenstand der Berichterstattung war.

Atomistische Theorie.

Die allgemeinen Betrachtungen darüber, ob die Materie aus kleinen, an sich untheilbaren, Körperchen zusammengesetzt sei, gehören mehr in das Gebiet der Philosophie, als in das der Chemie. Insofern wir hier hauptsächlich die Anwendung dieser Betrachtungsweise auf chemische Erscheinungen im Auge zu behalten haben, wird für die einer solchen Anwendung der Zeit nach vorhergehenden atomistischen Ansichten eine kurze Andeutung genügen.

Ansichten der griechischen Philosophen.

Die erste Aeußerung atomistischer Ansichten reicht vor die Zeit jeder wissenschaftlichen Erforschung der Chemie hinaus; in der griechischen Philosophie sind die ersten Keime dieser später für unsere Wissenschaft so fruchtbaren Idee zu suchen. Leucippus (500 vor Chr. Geb.) war, soweit die Geschichte darüber Auskunft giebt, der Erste, welcher in allen Körpern höchst feine, verschieden gestaltete und auch ihrem Wesen nach verschiedene kleinste Theilchen als Grundlage annahm; eine Folge der Verbindung der gleichartigen unter diesen kleinsten Theilchen sollte die Bildung größerer Massen derselben Substanzen sein. Diese Ansicht wurde hauptsächlich ausgebildet durch Epicur (345 — 274 vor Chr. Geb.), welcher zuerst diesen angenommenen kleinsten Theilchen die Bezeichnung »Atome« beilegte, und dadurch ihre Untheilbarkeit und Unveränderlichkeit aussprach. Das Wesentliche der atomistischen Betrachtungsweise, wie sie von Epicur angedeutet wurde, beruht also darin, daß nach ihr die gesammten Körper durch das Zusammentreffen gleichartiger Theilchen gebildet werden, und daß die Be-

Atomistische Theorie. schaffenheit der Atome zugleich die Eigenschaften der daraus zusammengesetzten Körper bedingt.

Von dieser Zeit an zieht sich die atomistische Theorie durch viele Jahrhunderte durch, angenommen von bedeutenden Gelehrten, vielfach verdreht von den Scholastikern, in deren Naturphilosophie die Zusammensetzung aller Körper aus materiellen Theilchen gelehrt wurde. — Die Chemiker bis zum 17. Jahrhundert haben wenig Bestimmtes darüber ausgesprochen, ob sie der atomistischen Theorie anhingen; derartige Gegenstände lagen meist nicht in dem Kreise ihrer Untersuchung. Einzelne indeß noch in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts gaben gelegentlich eine Ansicht zu erkennen, z. B. van Helmont, für welchen die atomi gas ob nimiam exiguitatem invisibiles sind, und der also doch Atome in den Körpern angenommen zu haben scheint.

Die atomistische Theorie gewann noch an Ansehen, als gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts sie Des Cartes [1]) zur Grundlage seiner Ansichten über das Wesen der Materie nahm. Er betrachtete die Materie als zusammengesetzt aus Atomen, die zwar an und für sich untheilbar sind, dem Begriffe nach aber als theilbar gedacht werden können, weil sie ausgedehnt sein müssen; und ohne Ausdehnung hält er nichts Materielles für denkbar. Nach Des Cartes sollen alle Atome, je nach ihrer verschiedenen Feinheit, in drei Kategorien zerfallen, und er versuchte die verschiedenen Eigenschaften verschiedener Körper durch ihren ungleichen Gehalt an Atomen von verschiedener Feinheit zu erklären. Endlich sollen diese Atome an sich keine Schwere haben, sondern diese erst durch ihre Lage und Bewegung gegen einander erhalten.

Des Cartes' Ansichten.

Weniger spitzfindig, aber den Naturerscheinungen mehr entsprechend und einen den heutigen Meinungen sich nähernden Versuch zu ihrer Erklä-

---

[1]) René Des Cartes (latinisirt Cartesius) war 1596 zu La Haye en Touraine geboren. Seine Erziehung genoß er in dem Jesuitencollegium zu La Flèche; um seine Erfahrungskenntnisse durch Reisen auszubilden, wählte er den Militairstand, und machte mehrere Feldzüge in Deutschland mit. Später ließ er sich als Privatmann in Holland nieder, wo er indeß seiner metaphysischen Ansichten wegen mit den Geistlichen in heftige Streitigkeiten gerieth. Einer Einladung der Königin Christine von Schweden folgend, verlebte er seine letzten Jahre in Stockholm, wo er 1650 starb. Seine Leiche wurde 1666 nach Paris gebracht. Seine Schriften wurden zu Amsterdam 1690—1701 und wiederholt 1713 gesammelt herausgegeben.

Atomistische Theorie. Boyle's Ansichten.

rung gestattend, waren Boyle's gleichzeitige Ansichten. Er zuerst faßte den Begriff dessen auf, was wir jetzt unter einem chemischen Atome verstehen; er legte den Atomen oder Partikeln, wie er sie nannte, Schwere bei, und seine Betrachtungsweise hat namentlich für uns Interesse, weil er zuerst die Entstehung einer chemischen Verbindung aus der innigen Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen verschiedener Bestandtheile zu erklären suchte. Seite 307 dieses Theiles, wo von den Theorien über die Ursache der Verwandtschaft die Rede war, habe ich schon eine hierher bezügliche Stelle von ihm mitgetheilt, und in seinem Werke »Chemista scepticus« (1661) finden sich noch mehrere dahin gehörige Stellen. Er stellt hier die Propositionen auf: Non videri absurdum concipere, in prima mixtorum corporum productione materiam illam universalem, ex qua ea inter ceteras universi partes constabant, in exiguas particulas, diversis magnitudinibus et figuris instructas, varieque motas, actu divisas esse; und über die Entstehung der chemischen Elemente (vergl. Seite 275): Neque esse impossibile, ex minutis his particulis quasdam ex minimis et vicinis hic illic in minutas massulas et quasi racemos fuisse associatas, suisque coalitionibus magnam copiam exiguorum ejusmodi primariorum concretorum, seu massularum copiam constituisse, quae in tales particulas, quae eas componebant, non facile poterant dissipari. So steht bei Boyle ein Partikularsystem ziemlich ausgebildet da, nach welchem jede Vereinigung auf Juxtaposition kleinster Theilchen beruht, und bei Bildung complicirterer Verbindungen sich zusammengesetzte Atome, wie sonst einfache, verhalten.

Auf den eben citirten Abschnitt von den Theorien über die Ursache der Verwandtschaft verweise ich auch, was die atomistischen Ansichten der ihm zunächst folgenden Chemiker angeht, ebenso wie ich Seite 324 bereits über den Versuch, im Gegensatz zu der atomistischen Theorie eine dynamische zu begründen, berichtet habe.

Die atomistische Theorie wurde für die Chemie aber erst von größter Wichtigkeit, und ihre Anwendbarkeit wurde erst außer allen Zweifel gesetzt, als die Chemiker sie nicht allein zur Erklärung der Entstehung einer chemischen Verbindung im Allgemeinen benutzten, sondern als sie anfingen, sie mit den Untersuchungen über die Gewichtsverhältnisse, in welchen sich die verschiedenen Körper verbinden, in Zusammenhang zu bringen.

Den ersten, aber noch sehr unvollkommenen Versuch in dieser Bezie-

Atomistische Theorie. Higgins' Ansichten.

hung hatte Higgins (Professor der Chemie zu Dublin) gemacht. In einer 1789 erschienenen Schrift »A comparative view of the phlogistic and antiphlogistic theories« äußerte er, daß man die Körper als aus Theilchen oder Atomen zusammengesetzt ansehen könne, und daß die verschiedenen Oxydationsstufen die Folge seien von der Verbindung verschieden vieler Atome Sauerstoff mit einem Atom des andern Bestandtheils. Diese Ansicht wurde nur gelegentlich erwähnt; keine Versuche lagen damals vor, durch welche sie hätte gerechtfertigt werden können; ihr Urheber selbst stellte keine an, um sie zu beweisen, und so muß Higgins' Meinung als eine unbegründete angesehen werden, die zudem auf alle folgenden derartigen Untersuchungen keinen Einfluß ausübte, also auch die spätere Entdeckung von Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf atomistische Zusammensetzung in keiner Weise als eine Folgerung aus Higgins' Andeutungen erscheinen läßt.

Richter hat über die theoretische Betrachtung der Verbindungsverhältnisse wenig mitgetheilt. Es findet sich bei ihm öfters der Ausdruck Massentheilchen gebraucht, um die Gewichtsmengen der Säuren und Basen zu bezeichnen, die mit einander in Verbindung treten. Obgleich diese Auffassung der später für den Begriff eines Atoms aufgestellten ziemlich entspricht, kann man doch Richter keinen Antheil an der Begründung der chemischen Atomtheorie zugestehen. Er hat die Aufstellung dieser Theorie wohl vorbereitet, aber er hat die Theorie selbst nicht ausgesprochen.

Dalton's atomistische Theorie.

Dalton war der Erste, der dies that, und zwar sogleich mit Anwendung auf die Zusammensetzung sehr verschiedenartiger Verbindungen. Zu dem, was hierüber schon Seite 370 bis 374 dieses Theiles angegeben wurde, haben wir hier noch Folgendes hinzuzufügen. Seine Theorie, wie er sie bereits 1804 aufgefaßt hatte, entwickelte er vollständiger zuerst 1808. Nach dieser sind alle Körper bis zu einer gewissen Grenze theilbar; darüber hinaus findet keine weitere Theilbarkeit Statt. Die letzten Producte der soweit als möglich fortgesetzt gedachten Theilung sind Atome, welche für dieselben Körper stets von gleichem Gewicht und von gleicher Größe sind. Die Atome der verschiedenen einfachen Körper sind verschieden schwer, wahrscheinlich auch verschieden groß. Jedes Atom ist mit einer Wärmesphäre umgeben; unmittelbare Berührung zweier Atome findet nie Statt, weder zwischen gleichartigen, noch zwischen ungleichartigen. Ob die Atome der verschiedenen einfachen Körper gleichgestaltet sind, steht dahin; aber da wir jedes Atom mit seiner zugehörigen Wärmesphäre als ein Ganzes betrachten

können, so sind gewiß in diesem Sinne die Atome aller einfachen Körper kugelförmig, und auch die Gestalt eines durch Zusammentreten mehrerer verschiedenartiger Atome entstehenden kleinsten Theilchens einer Verbindung kann als sphärisch oder sich der sphärischen Form nähernd betrachtet werden, wenn man die Gestalt als durch die Wärmesphäre gegeben annimmt. Chemische Verbindung entsteht durch inniges Aneinanderlagern von Atomen verschiedener Körper zu einem eigenthümlichen neuen Atome. Die (zusammengesetzten) Atome einer Verbindung stehen weiter von einander ab, als die in einem Atome der Verbindung enthaltenen einfachen Atome unter sich entfernt sind. Chemische Analysis oder Synthesis ist nichts weiter als Trennung von auf diese Art innig vereinigten Atomen verschiedener Körper, oder Wiedervereinigung derselben. Bei Bildung einer chemischen Verbindung treten nur sehr wenige (meist Eins) Atome des einen Bestandtheils mit sehr wenigen (meist Einem) des andern zur Bildung eines Atoms der Verbindung zusammen. Die Mengen der in einem zusammengesetzten Atome enthaltenen elementaren Atome stehen also in einem einfachen Verhältnisse zu einander. Verbinden sich zwei Elemente nur in einem einzigen Verhältnisse, so ist zu vermuthen, daß sich 1 Atom des einen Bestandtheils mit 1 Atom des andern verbunden hat, und die Gewichtsmengen, in denen sie sich vereinigen, geben die relativen Gewichte der Atome der Elemente. Verbinden sich zwei Elemente A und B in verschiedenen Verhältnissen, so müssen die so entstehenden verschiedenen Verbindungen in folgender Reihe enthalten sein:

Dalton's atomistische Theorie.

1	Atom	A	verbinden	sich	mit	1	Atom	B	zu	1	Atom	einer	Verbindung
1	»	A	»	»	»	2	»	B	»	1	»	»	»
2	»	A	»	»	»	1	»	B	»	1	»	»	»
1	»	A	»	»	»	3	»	B	»	1	»	»	»
3	»	A	»	»	»	1	»	B	»	1	»	»	»

und so fort.

Nach Dalton können sich weiter die so gebildeten Verbindungen wieder unter einander vereinigen, und zwar befolgen dann ihre (zusammengesetzten) Atome ganz dieselben Gesetze, welche eben für die (einfachen) Atome der Elemente entwickelt wurden. Das Gewicht eines Atoms von einer Verbindung ist durch die Summe der Gewichte der darin enthaltenen einfachen Atome bestimmt.

Dalton, der alle diese Ansichten zuerst aufstellte, muß demnach als der Erste betrachtet werden, der die relativen Gewichte der Atome (von ein=

fachen und von zusammengesetzten Körpern) zu bestimmen suchte, ebenso wie die Anzahl der einfachen Atome, welche ein zusammengesetztes Atom bilden, und die Anzahl von weniger zusammengesetzten Atomen, welche in ein mehr zusammengesetztes Atom eingehen; er hat zuerst die atomistische Constitution der Verbindungen untersucht. Higgins vindicirte zwar die Ehre dieser Entdeckung für sich, und seine Ansprüche fanden für kurze Zeit einen Vertheidiger in H. Davy, der von dem Ersteren überredet worden war, daß dieser wirklich zuerst das Gesetz der multiplen Proportionen und der atomistischen Constitution der Verbindungen ausgesprochen habe. Davy äußerte sich demgemäß zu Gunsten Higgins' in einer Vorlesung, welche er vor der royal society 1809 über das Chlor hielt; es hatte dies eine Discussion zwischen ihm und Thomson, dem unermüdlichen Vertheidiger dessen, was für Dalton zu wahren ist, zur Folge, in welcher sich Davy von seinem Irrthume überzeugte; und später, namentlich 1813, erkannte Davy den Dalton als den eigentlichen Entdecker jener Gesetzmäßigkeiten öffentlich an. — In Betreff von Dalton's Ansicht über die atomistische Constitution der Verbindungen müssen wir hier noch Einiges darüber angeben, wie er die relativen Gewichte der einfachen Atome zu bestimmen suchte, da die Annahmen hierüber die Basis aller Vorstellungen über die Constitution der Verbindungen bilden.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Als Grundsatz ging Dalton bei dieser Bestimmung davon aus, daß in Verbindungen von Bestandtheilen, welche sich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, gleichviel Atome beider Bestandtheile anzunehmen seien. Demgemäß nahm er im Wasser 1 Atom Wasserstoff auf 1 Atom Sauerstoff an. Die oben, Seite 371 und 372 mitgetheilten Tabellen von 1804 und 1808 sind diesem Grundsatze gemäß aufgestellt. Diese Annahme indeß, mangelhaft schon aus dem Grunde, weil sie von der Zufälligkeit abhängt, ob eine Verbindung schon entdeckt ist oder nicht, wurde bald weniger berücksichtigt. Ein anderer Grundsatz, der ihn leitete, war der, daß in neutralen Salzen gleichviel Atome Säure und Basis enthalten sind. Dieser erhielt sich länger.

Ehe ich fortfahre, über die anderen Betrachtungsweisen zu berichten, welche man zur Bestimmung des relativen Gewichts der einfachen Atome anwandte, muß ich hier noch einer Annahme hinsichtlich der Atomgewichte erwähnen, die sich auch zuerst bei Dalton findet; die zwar keinen Einfluß hat auf die Ansicht über die Constitution einer Verbindung, wohl aber von

Wichtigkeit war in Beziehung auf die genaue Zahlenbestimmung der Atomgewichte. Diese Annahme will ich hier gleich vollständiger mit Anticipirung der späteren Forschungen abhandeln. Sie betrifft die Frage, ob alle Atomgewichte Multipla des kleinsten unter ihnen, des Wasserstoffs also, sind. Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Im Anfange seiner Untersuchungen über die atomistische Theorie war Dalton nicht der Ansicht, daß alle Atomgewichte Multipla des kleinsten sind; in seiner 1804 an Thomson mitgetheilten kleinen Tabelle (S. 371) ist das Atomgewicht des Sauerstoffs, auf das des Wasserstoffs als Einheit bezogen, mit einem Bruche behaftet. In seiner späteren Tabelle von 1808 (Seite 372) sind hingegen alle Atomgewichte ganze Zahlen, sie sind alle Multipla von dem des Wasserstoffs. Doch findet sich bei Dalton nichts darüber mitgetheilt, ob dies seinen Ansichten nach so sein muß; die Ungenauigkeit der damaligen Analysen, ihre Abweichungen unter einander ließen aber wohl zu, die Atomgewichte in ganzen Zahlen auszudrücken, weil, auch im Fall sie nicht ganze Zahlen (auf das Gewicht des Wasserstoffatoms als Einheit bezogen) wären, die Unsicherheit der Analysen doch nicht die Bruchtheile mit Sicherheit zu bestimmen gestattete.

Später indeß wurde als allgemeines Naturgesetz aufgestellt, daß das Atomgewicht des Wasserstoffs ein Submultiplum von den Atomgewichten aller übrigen sei, und zwar war es vorzüglich der Engländer Prout, der 1815 diese Ansicht zu beweisen suchte. Prout selbst stellte wenig eigene Versuche an, um die Existenz dieses Gesetzes zu beweisen; es wurde indeß von vielen, namentlich englischen, Chemikern angenommen, und unter diesen hauptsächlich von Thomson vertheidigt. Dieser Chemiker, dessen frühere Angaben (vergl. seine Tabelle von 1810, Seite 374) nicht mit diesem Gesetze übereinstimmen, suchte von 1821 an durch zahlreiche Versuche seine Existenz darzuthun, und publicirte namentlich 1825 ein größeres Werk »An Attempt to establish the First Principles of Chemistry by Experiment«, worin er durch eine sehr große Menge von Versuchen die Richtigkeit desselben zu beweisen suchte. Die Methoden, welche er zu seinen Atomgewichtsbestimmungen gewählt hatte, waren indeß sehr unsicher, und da überhaupt seine Arbeiten nicht mit der gehörigen Genauigkeit ausgeführt zu sein schienen, so zog ihm dieses von Berzelius wiederholte und nachdrückliche Zurechtweisungen zu.

Berzelius seinerseits bemühte sich, die Frage durch genaue Experimente zu entscheiden. Von seinen früheren Bestimmungen (vgl. die Tabelle

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

von 1815, Seite 383) stimmten einige mit Prout's Ansicht, andere nicht, und 1821 erklärte er ohne vorgefaßte Meinung, daß, wenn sich gleich für Prout's Ansicht weder ein chemischer, noch ein physikalischer Grund einsehen lasse, so schließe dies doch nicht die Möglichkeit aus, daß sie in der Natur begründet sein könne. Berzelius äußerte damals, daß gerade die Körper von kleinerem Atomgewichte für die Entscheidung dieser Frage von Wichtigkeit seien, indem bei schwereren das Atomgewicht des Wasserstoffs ein so unbedeutender Bruch gegen das ihrige sei, daß nichts daraus geschlossen werden könne; namentlich erklärte er es für wichtig, das Atomgewicht der Kohle (welches er 1819 mit Dulong 6,12 mal so schwer als das von einem Doppelatom Wasserstoff gefunden hatte), möglichst genau zu bestimmen. — Im Jahre 1830 unternahm Berzelius eine Prüfung jener Ansicht durch eine genaue Bestimmung des Atomgewichts des Bleies. Er erklärte nach den unter einander sehr wohl übereinstimmenden Resultaten, daß für das Atomgewicht des Bleies diese Regelmäßigkeit nicht vorhanden sei, und daß die Prout'sche Hypothese von den Thatsachen vollkommen widerlegt werde.

Die Frage schien somit entschieden, um so mehr, als auch in England selbst, wo die Ansicht von Prout den meisten Beifall gefunden hatte, sie nunmehr von ausgezeichneten Analytikern für unstatthaft erklärt wurde. Dr. Turner [1]) hatte 1832 von der chemischen Section der Versammlung der englischen Naturforscher den Auftrag erhalten, darüber entscheidende Untersuchungen anzustellen, und er erklärte als Resultat seiner zahlreichen Versuche die Hypothese, daß alle Atomgewichte Multipla in ganzen Zahlen von dem des Wasserstoffs seien, für unvereinbar mit den besten Analysen, welche unsere Zeit aufzuweisen habe. Um so überraschender mußte es sein, als 1840 und in den folgenden Jahren Dumas für mehrere Körper den Beweis führte, daß trotz aller früheren Verneinungen ihre Atomgewichte doch einer derartigen Gesetzmäßigkeit sich unterordnen. Aber für andere Substanzen haben auch wieder die genauesten Untersuchungen dargethan,

[1]) Edward Turner war 1797 auf Jamaika geboren. Er studirte Medicin zu Edinburg und Chemie zu Göttingen unter Stromeyer; 1824 wurde er lecturer on chemistry zu Edinburg, und 1828 Professor dieser Wissenschaft an dem University College zu London, wo er 1837 starb. Seine Elements of Chemistry wurden noch zu seinen Lebzeiten sechsmal aufgelegt; die 7. Auflage gaben 1840 Liebig und Gregory heraus.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

daß ihre Atomgewichte mit der Annahme einer derartigen Regelmäßigkeit in Widerspruch stehen, und der jetzige Stand dieser Frage scheint mehr gegen die allgemeine Gültigkeit des Prout'schen Gesetzes als für dieselbe zu sprechen. Der Beweis der Richtigkeit desselben wäre von großer Wichtigkeit für die Chemie; nicht für die Kenntniß der atomistischen Constitution der Verbindungen, sondern für die ihrer procentischen Zusammensetzung, die sich absolut genau bestimmen ließe, falls Prout's Ansicht als gegründet nachgewiesen würde, während sie jetzt nur approximativ ermittelt werden kann.

Kehren wir nach dieser Abschweifung wieder zu der Betrachtung zurück, auf welche Weise man das relative Gewicht Eines Atoms eines Körpers auszumitteln suchte. Dalton's Leitfaden hierbei, als relative Gewichte der Atome zweier Körper die anzunehmen, in deren Verhältniß sie sich vereinigen, wenn sie nur Eine Verbindung unter einander eingehen, wurde bald als zu unsicher verlassen. Gay-Lussac's Entdeckung über die Gesetzmäßigkeiten, welche hinsichtlich der Verbindung gasförmiger Körper stattfinden (vergl. Seite 377), leitete dazu, gleiche Volume der verschiedenen einfachen Gasarten als gleichviel Atome enthaltend anzusehen; eine Betrachtungsweise, welche durch physikalische Gründe unterstützt zu werden schien. Hiernach ist das Verhältniß der Atomgewichte der einfachen gasförmigen Körper durch das der specifischen Gewichte ihrer Gase gegeben. Dieser Ansicht huldigte hauptsächlich Berzelius, und auf seine Autorität hin wurden demgemäß Aenderungen in den Atomgewichten, wie sie von Dalton vorgeschlagen worden waren, allgemein angenommen.

Ich habe hier Berzelius' Ansichten zu schildern, wie er sie schon 1815 im Zusammenhange aussprach und seitdem weiter ausbildete. Er betrachtet wie Dalton die Materie als zusammengesetzt aus kleinsten Theilchen, die er, ohne auf die Streitfrage über die unendliche Theilbarkeit einzugehen, als untheilbar für mechanische Kräfte annimmt und als Atome bezeichnet. Es kann nach ihm in der Chemie auch nicht von Bruchtheilen solcher Atome die Rede sein. Früher (1815) nahm Berzelius an, die Atome aller Elemente seien sphärisch, und alle gleich groß, aber schon 1819 räumte er ein, daß die Atome der verschiedenen einfachen Stoffe von verschiedener Größe sein können, und suchte dieser letzteren Muthmaßung durch die Bemerkung eine Stütze zu geben, daß analog zusammengesetzte Verbindungen doch oft verschiedene Krystallgestalt haben. Nach ihm wird eine chemische Verbindung durch Zusammenlagerung von Atomen verschiedener einfacher

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Stoffe gebildet, ebenso wie ein Aggregat durch Aneinanderlagerung von Atomen desselben Körpers entsteht; ein weiterer Unterschied zwischen Verbindung und Aggregat besteht nach ihm darin, daß im ersteren Falle eine elektrische Entladung der specifischen Polarität heterogener Atome erfolgt, welche zwischen homogenen Atomen nicht stattfinden kann.

Gehen wir nun über zu den Mitteln, welche Berzelius anwandte, um die Atomgewichte der einzelnen Körper festzusetzen. Für die gasförmigen Elemente nahm Berzelius an, gleiche Volume derselben enthalten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleichviel Atome; er bezeichnete diese Betrachtungsweise, wonach bei solchen Gasen ihr Atomgewicht durch ihr specifisches Gewicht ausgedrückt sein muß, als Volumtheorie, mit deren Ergebnissen die Resultate der Untersuchungen über die atomistische Zusammensetzung der festen Körper, die er als Corpusculartheorie unterschied, in Uebereinstimmung zu bringen seien. (Nach der Volumtheorie mußte also Berzelius das Atomgewicht des Wasserstoffs [das des Sauerstoffs als gegeben angenommen] halb so groß setzen, als dies von Dalton angenommen worden war.)

Um nun für die nicht gasförmigen Elemente die Atomgewichte festzusetzen, stellte Berzelius um 1815 folgende Ansicht auf. Der Satz, daß die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile einer Verbindung, welche sich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, die relativen Gewichte der Atome der Bestandtheile geben, ist unsicher. Berzelius hat hauptsächlich den Grundsatz in der Stöchiometrie angewandt, von den entschiedensten Fällen auszugehen, hierfür die Annahmen festzusetzen, und die anderen Fälle nach der Analogie damit in Uebereinstimmung zu bringen. Eine Ansicht, die anfangs hauptsächlich die Atomgewichtsbestimmungen von Berzelius leitete, war die, daß in einem aus nur zwei Bestandtheilen zusammengesetzten Atome sich nothwendig von dem einen der Bestandtheile Ein Atom befinden müsse. Dies führte ihn z. B. dahin, in dem Eisenoxyd, welches auf dieselbe Menge Eisen die $1\frac{1}{2}$fache Menge Sauerstoff enthält, wie das Eisenoxydul, nicht 2 Atome Eisen auf 3 Atome Sauerstoff, und im Oxydul 1 Atom Eisen auf 1 Atom Sauerstoff anzunehmen, sondern das Atomgewicht des Eisens doppelt so groß zu setzen, als es jetzt angenommen wird, das Eisenoxyd als $Fe + 3O$, das Oxydul als $Fe + 2O$ zu betrachten, und die Unvollständigkeit dieser Reihe als eine Andeutung anzusehen, daß eine (noch unentdeckte) Oxydationsstufe $Fe + O$ existiren möge.

Der Analogie nach setzte er nun für alle Oxyde, die ähnliche Salze bilden, wie das Eisenoxydul, voraus, daß sie auf Ein Atom Metall zwei Atome Sauerstoff enthalten; und wir sehen so in der Tabelle von 1815 (Seite 383) für bei weitem die meisten Metalle das Atomgewicht doppelt so groß gesetzt, als es früher Dalton für viele derselben angenommen hatte, und es jetzt wieder allgemein angenommen wird. — Das Vorhergehende erklärt wohl hinlänglich die Grundsätze, auf welchen diese damaligen Atomgewichtsbestimmungen beruhten, und in dem Abschnitt über chemische Zeichen werde ich noch mehr Beispiele anführen, welche Berzelius' damalige Ansicht über die atomistische Theorie erläutern.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Wenige Jahre später (1818) räumte indeß Berzelius die Möglichkeit von Verbindungen der Art ein, daß darin 2 Atome des einen auf 3 Atome des andern Bestandtheils enthalten sein können, und daß möglicher Weise die Atomgewichte vieler Metalle auf die Hälfte der von ihm früher dafür gegebenen Zahlen herabzusetzen seien. Doch behielt er auch damals noch im Wesentlichen die 1815 gegebenen Bestimmungen bei. Nun aber wurden neue Entdeckungen gemacht, welche einen Zusammenhang zwischen dem Atomgewicht und noch anderen physikalischen Eigenschaften außer dem specifischen Gewicht im Gaszustand außer allen Zweifel setzten.

Die eine dieser Entdeckungen, über den Zusammenhang zwischen dem Atomgewicht und der specifischen Wärme der Elemente, wurde durch Dulong und Petit [1]) gemeinschaftlich gemacht. Diese Gelehrten fanden 1819, daß für die einfachen Körper die specifische Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional ist; daß also dieselbe Quantität Wärme von den verschiedenen Elementen verschiedene Gewichtsmengen um denselben Temperaturunterschied erwärmen kann, und zwar Gewichtsmengen, die den Atom-

---

[1]) Alexis Therese Petit war 1791 zu Vesoul geboren. Seine ersten Studien machte er in der Centralschule zu Besançon, bald aber ging er nach Paris, wo er in seinem 16. Jahre in die polytechnische Schule eintrat. Nach kurzer Zeit wurde er hier zum Repetiteur und an dem Collége Bourbon zum Professor der Physik ernannt; 1812 wurde ihm diese Lehrstelle an der polytechnischen Schule übertragen. Er starb schon 1820; durch seine physikalischen Forschungen, namentlich durch seine mit Dulong gemeinschaftlich angestellten Untersuchungen über die Wärme, hat er sich in der Geschichte der Physik einen unsterblichen Namen gesichert.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

gewichten proportionirt sind. Sie wiesen die Gültigkeit dieses Gesetzes nach für den Schwefel und für sehr viele Metalle; sie fanden aber zugleich, daß, wenn man in der von Berzelius 1815 (Seite 383) gegebenen Tabelle das Atomgewicht des Schwefels ungeändert läßt, die Atomgewichte der meisten Metalle auf die Hälfte herabzusetzen seien, damit die specifische Wärme für sie die bemerkte Uebereinstimmung zeige; eine Aenderung, welche, wie ich eben erwähnt habe, Berzelius schon vorher als wahrscheinlich vermuthet hatte. Somit vertrugen sich die aus der Bestimmung der specifischen Wärme abzuleitenden Resultate ganz mit den rein chemischen Bestimmungen; nur für das Silber und das Kobalt ergab sich keine Uebereinstimmung. Dulong's und Petit's Gesetz weist dem Silber ein nur halb so großes Atomgewicht an, als es sich aus der chemischen Bestimmung ergiebt; bei den analogen neutralen Silber- und Bleisalzen müßten diesem Gesetze zufolge in den ersteren zwei Atome Silber angenommen werden, während in den letzteren Ein Atom Blei enthalten ist. Für das Kobalt endlich ergab sich das Atomgewicht nur 2/3 so groß, als es aus der chemischen Bestimmung gefunden wird.

Solche Abweichungen zeigten sich indeß nur bei sehr wenigen Elementen, während im Allgemeinen die Bestimmung des Atomgewichts aus der specifischen Wärme allen Anforderungen der Chemie vollkommen zu genügen schien. Die Entdeckung von Dulong und Petit wurde auch gleich nach ihrem Bekanntwerden von den meisten Chemikern mit Beifall aufgenommen; sie schien für die festen Elemente eine Art der Atomgewichtsbestimmung zu geben, wie sie für die gasförmigen durch die Ausmittelung der Dichtigkeit allgemein angenommen war.

Ehe aber noch diese Ableitung des Atomgewichts aus der specifischen Wärme sich durchaus geltend gemacht hatte, wurde eine neue Entdeckung gemacht, die noch viel allgemeinere Anhaltspunkte zur Bestimmung der Atomgewichte bot. Es war dies Mitscherlich's Entdeckung des Isomorphismus, oder des Zusammenhanges zwischen der Krystallform und der atomistischen Zusammensetzung.

Ich werde unten die Entwicklung der Kenntnisse über die Krystallform der chemischen Verbindungen noch einmal besonders betrachten, und ich verweise auf diesen Abschnitt, was das Nähere und namentlich die früheren hierher gehörigen Entdeckungen angeht. Mitscherlich bewies zuerst 1820, daß gleiche atomistische Zusammensetzung, wenn auch verschiedene Elemente

darin enthalten sind, gewöhnlich begleitet ist von übereinstimmender Krystallform; solche Körper, die mit gleicher atomistischer Zusammensetzung dieselbe Krystallform verbinden, nannte er isomorphe, und zeigte zugleich, daß isomorphe Substanzen in allen Verhältnissen gemischt mit einander krystallisiren können. Wo also ein Bestandtheil einen andern von bekannter Atomconstitution in einer Verbindung ohne Formänderung vertritt, muß die Atomconstitution des ersteren Bestandtheils dieselbe sein, wie die des zweiten; isomorphe Substanzen haben analoge atomistische Zusammensetzung, und wenn diese für eine Substanz bestimmt ist, so ergiebt sie sich auch daraus für alle damit isomorphen.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Die Entdeckung des Isomorphismus durch Mitscherlich wurde zu einer der folgereichsten, welche je in der Chemie gemacht wurden, namentlich für die Stöchiometrie. Ihre vielfache Anwendbarkeit, da sie die verschiedenartigsten Verbindungen umfaßt, macht sie zu einem der ausgezeichnetsten Leitpunkte in der Bestimmung der Atomgewichte.

Es wurden inzwischen doch noch selbst nach der Entdeckung dieser Gesetze von vielen Chemikern die Atomgewichte der Elemente in der Art fortgebraucht, wie sie Berzelius früher bestimmt hatte, und sie in der Tabelle von 1815 (Seite 383) angegeben sind. Eine vollständige Annahme der nach den eben erwähnten Entdeckungen über specifische Wärme und Isomorphismus abgeänderten Atomgewichte trat erst 1826 ein, wo Berzelius mit Berücksichtigung aller bis dahin bekannt gewordenen Gesetzmäßigkeiten eine neue Atomgewichtstabelle publicirte, von welcher ich gleichfalls oben (Seite 383) die Hauptpunkte mitgetheilt habe. Die Verschiedenheit zwischen den an diesem Orte zusammengestellten Tafeln läßt deutlich sehen, welche Aenderung in der Ansicht über die Atomconstitution der Verbindungen damit verbunden sein mußte; es wird dies in dem Abschnitte über chemische Zeichen noch anschaulicher dargelegt werden.

Es sind hiermit die verschiedenen Betrachtungsweisen dargelegt, welche nach einander aufgestellt wurden, um auf die Atomconstitution der Verbindungen, um auf das relative Gewicht Eines elementaren Atoms schließen zu lassen. Manche der früher als ganz sicher betrachteten Leitfaden sind später verworfen worden, so z. B. daß für die einfachen Körper im Gaszustande die Dichtigkeiten auch die Atomgewichte derselben geben. Dumas' Bestimmungen des specifischen Gewichts mehrerer Elemente im Dampfzustande (1826) und Mitscherlich's Arbeiten über denselben Gegenstand (1833)

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

zeigten, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß nur dafür die specifischen Gewichte stets in einem einfachen Verhältniß zu den Atomgewichten stehen. Viele haben deßungeachtet die Bestimmungen für das Gewicht Eines Atoms solcher Körper, welche vor diesen Arbeiten nach jener Annahme schon festgesetzt waren, beibehalten. — Die specifische Wärme wird in neuerer Zeit von mehreren Chemikern als der sicherste Anhaltspunkt bei der Bestimmung des Atomgewichts einfacher Körper betrachtet; die Discussion ebenso wie die letzten ausgezeichneten Arbeiten über diesen Gegenstand gehören der Gegenwart an; sie sind noch zu neu, als daß sie in einer Geschichte der Chemie Platz finden könnten, die sich nicht zur Aufgabe setzt, den jetzigen Zustand der Wissenschaft vollständig zu schildern, sondern nur die Absicht hat, zu zeigen, durch welche vorausgegangenen Bestrebungen dieser jetzige Zustand vorbereitet und eingeleitet wurde.

Untersuchungen über die Auflösungen.

Als Anhang zu dem Vorhergehenden, wo die Erkenntniß der Gesetzmäßigkeiten, nach welchen chemische Verbindungen im engeren Sinne sich bilden, gezeigt werden sollte, wollen wir hier noch Einiges über die Fortschritte der Kenntnisse über die Lösungen hinzufügen.

Die Auflöslichkeit vieler Substanzen in Flüssigkeiten mußte schon frühe erkannt werden; Plinius theilt über die Löslichkeit eines Salzes eine rohe quantitative Bestimmung mit, indem er angiebt, man könne nicht mehr als Einen Sextarius Kochsalz in vier Sextarien Wasser lösen. Ebenso ist die Verschiedenheit der Löslichkeit je nach der Verschiedenheit der Temperatur schon lange bekannt; Geber schrieb im 8. Jahrhundert bereits vor, behufs der Krystallisation die Auflösung an einen kalten Ort zu bringen. Genauere Bestimmungen der Löslichkeit finden sich in dem 17. und 18. Jahrhundert. Lefèvre giebt in seinem Traité de chimie (1660) an, daß 8 Unzen Wasser nie mehr als 3 Unzen Kochsalz auflösen, Boerhave in seinen Elementis chemiae (1732), daß sich 1 Theil Kochsalz in 3¼, Salpeter in 6⅓ Theilen Wasser löse. Vollständigere Versuche über diesen Gegenstand stellte indeß erst Eller 1750 an, wobei er zu finden glaubte, daß das Wasser durch Auflösung von Salzen sein ursprüngliches Volum nicht ändere, ein Irrthum, der erst 1770 durch Richard Watson [1])

---

[1]) Richard Watson war 1737 geboren. Er studirte Theologie und beschäftigte sich zugleich eifrig mit Chemie; Professor der letzteren Wissenschaft wurde er

widerlegt wurde. — In der verschieden großen Aenderung der Löslichkeit durch Aenderung der Temperatur erkannte indeß schon 1729 der berühmte französische Augenarzt Franz Petit den Grund, weßhalb bei dem Sieden des Salpeters nicht mit diesem zugleich Kochsalz auskrystallisirt. Früh auch schon wurde die Löslichkeit als distinctives Kennzeichen verschiedener Substanzen benutzt; Stahl äußerte schon 1703, in dem Kochsalz möge wohl ein Alkali eigener Art enthalten sein, weil die damit gebildeten Salze sich von den mit gewöhnlichem Kali gebildeten durch verschiedene Löslichkeit auszeichnen, und Duhamel gründete ebenso 1736 seinen Beweis für die Eigenthümlichkeit der Soda hauptsächlich auf ihre von der der Potasche verschiedene Löslichkeit. Daß die Löslichkeit eines Salzes in Wasser oft erhöht wird durch Gehalt des letzteren an einem andern Salze, beobachtete zuerst L. Lemery 1717 für den Salpeter, welcher sich in Salzwasser in größerer Menge löse, als in reinem; Vauquelin machte 1792 auf ähnliche Erscheinungen wieder aufmerksam. Daß, wenn mehrere Salze zugleich in Wasser gelöst sind, bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Producte herauskrystallisiren, beobachteten zuerst Scheele und Gren um 1780; Hahnemann stellte bereits 1784 den Grundsatz auf, daß die verschiedene Löslichkeit die wechselseitige Zersetzung bedinge, indem stets die für die statthabende Temperatur schwerlöslichsten Salze herauskrystallisiren; ein Satz, der sich später in Berthollet's Affinitätslehre sehr erweitert wieder findet.

Untersuchungen über die Auflösungen.

Der Begriff der Auflösung wurde erst sehr spät von dem der chemischen Verbindung unterschieden; aus dem, was in dem Vorhergehenden über die Erkenntniß des letzteren mitgetheilt wurde, geht die Art, wie man Einsicht in den Unterschied zwischen ihnen erlangte, hervor. In den älteren Zeiten der Chemie betrachtete man als Auflösung jeden Proceß, wo ein Stoff eine flüssige Verbindung eingeht und daraus in seiner früheren Gestalt wieder abgeschieden werden kann, ohne daß man Rücksicht darauf nahm, ob hier eine bloße Auflösung oder zugleich die Bildung einer neuen chemischen Bildung stattfindet. So gilt bei Geber Salpetersäure als Auflösungs-

---

1767 zu Cambridge. 1771 wurde er Doctor der Theologie, 1774 Archidiacon, 1782 Bischof zu Landaff in Irland. Er schrieb viele chemische Abhandlungen in die Philosophical Transactions, außerdem Chemical Essays (1761), Institutiones metallurgiae (1768), und mehrere andere kleinere Werke chemischen Inhalts.

Untersuchungen über die Auflösungen.

mittel für Silber, Aetzlauge als Auflösungsmittel für Schwefel, gerade wie Wasser ein Auflösungsmittel für Salz ist. Erst mit Lavoisier begann man die Aufmerksamkeit darauf zu richten, in welchem Zustand ein Stoff sich mit einem andern verbindet, ob die Bildung einer Auflösung zugleich mit der Bildung einer neuen Verbindung verknüpft ist. Bis dahin, und namentlich um 1700, wird diese Untersuchung nie geführt, und die Aufgabe, einen Körper in Verbindung zu bringen, wird im Allgemeinen als die, einen Körper aufzulösen, betrachtet. Boerhave handelt deßhalb die allgemeineren Betrachtungen über die Mittel, Verbindungen hervorzubringen, die ganze Verwandtschaftslehre, unter der Lehre von den Lösungsmitteln ab. Da alle Substanzen im unlöslichen Zustande sich der weiteren chemischen Untersuchung entziehen, so war es eine wichtige Aufgabe für die Chemiker der früheren Zeit, für alle Substanzen passende Lösungsmittel ausfindig zu machen; es entsprang hieraus das chimärische Problem, ein allgemeines Lösungsmittel, welchem keine irdische Substanz widerstehen könne, ausfindig zu machen, was ich als wesentlich zur Alchemie gehörend bereits unter der Geschichte dieses Zweiges, Seite 240, besprochen habe, wo auch von der Derivation des lateinischen Ausdrucks für Lösungsmittel, menstruum, gehandelt wurde.

Die Auflösungen wurden von den eigentlichen chemischen Verbindungen erst dann getrennt, als Unveränderlichkeit in der Zusammensetzung als wesentlichstes Kennzeichen für die letzteren nachgewiesen wurde. Lavoisier unterschied die Lösungen und Mischungen als solutions von den eigentlichen chemischen Verbindungen, als dissolutions, aber nur als verschiedene Wirkungen einer und derselben Ursache, die letzteren als die Resultate starker, die ersteren als die schwacher Verwandtschaft betrachtend. Proust unterschied die nach veränderlichen Verhältnissen zusammengesetzten dissolutions von den nur in bestimmten Proportionen sich bildenden combinaisons. Diese letztere Unterscheidung ist noch die heutige.

Nach van Helmont zeigte besonders Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts, daß in mehreren Fällen Auflösung von Wärmeentwicklung begleitet ist, so z. B. bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Eisen. Er sah indeß hierin keinen Grund, solche Processe (wo zugleich eine chemische Verbindung gebildet wird) von anderen zu unterscheiden, wo ein Körper unverändert aufgelöst wird, obgleich er für mehrere Fälle der letzteren Art, für Salpeter, Kochsalz und besonders Salmiak, wenn sie in

Untersuchungen über die Auflösungen.

Wasser gelöst werden, das Gegentheil beobachtet hatte, nämlich bedeutende Temperaturerniedrigung. Boerhave war indeß nicht der Erste, welcher in der Auflösung ein Mittel zur künstlichen Erzeugung von Kälte gefunden hatte; schon Boyle beschrieb 1667 Kältemischungen; er bereits wußte, daß die Vermischung von Schwefelsäure, Salzsäure und besonders Salpetersäure mit Schnee Kälte erzeugt, daß Salmiak in Wasser gelöst dieselbe Erscheinung zeigt. St. F. Geoffroy sprach bereits 1700 aus, daß die Auflösung aller Salze in Wasser mit Temperaturerniedrigung verbunden sei, und Homberg gab 1701 als wirksame Kältemischung Sublimat und Salmiak mit Essig an. Es wurden seit dieser Zeit viele Vorschriften zur künstlichen Kälteerzeugung gegeben, von denen ich nur der Anwendung des Glaubersalzes erwähnen will, welches zu diesem Zwecke in verdünnter Schwefelsäure zu lösen zuerst der Apotheker Walker in Oxford 1787 anempfahl. Die Kältemischung aus Schnee mit salzsaurem Kalk gab zuerst Lowitz in Petersburg 1795 an.

So viel über die Lösungen; zur Vervollständigung dieser Geschichte der Affinitätslehre und der damit zusammenhängenden Gegenstände bleibt jetzt noch Einiges darüber anzugeben, was man in der Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften aufgefunden hat.

Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf die Eigenschaften.

Nur Weniges können wir in Bezug darauf hier mittheilen, wie man einen Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und den physikalischen Eigenschaften der Verbindungen erkannt hat. Sehr nahe liegt uns noch die Zeit, wo die ersten erfolgreichen Untersuchungen darüber angestellt wurden, und von diesen haben wir nur das hervorzuheben, was mit den im Vorhergehenden besprochenen Gegenständen in engerer Verbindung steht. Wir wollen hier also Einiges anführen über die Kenntnisse, die man sich hinsichtlich der Krystallgestalt der Körper erwarb, über die Entdeckungen, daß verschiedenartig zusammengesetzten Verbindungen gleiche, und gleich zusammengesetzten Verbindungen verschiedene äußere Eigenschaften zustehen können.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

Daß aus einer Lösung durch Abdampfen der darin enthaltene Stoff krystallinisch abgeschieden wird, ist eine so alte Wahrnehmung, als der Gebrauch des Salzes. Geber stellte bereits mehrere künstliche Salze in Krystallen dar; öfters schreibt er Umkrystallisiren als Reinigungsmittel vor. Daß auf die Hervorbringung von mehr oder weniger regelmäßigen Krystallen langsame oder schnelle Abkühlung der Lösung bedeutenden Einfluß ausübt, finde ich zuerst bei Boyle ausdrücklich hervorgehoben. (Beiläufig will ich bemerken, daß das Effloresciren einiger Salzlösungen zuerst von Homberg 1710 beschrieben wurde, und daß Franz Petit 1722 viele Salze auf diese Eigenschaft untersuchte).

Es ist nicht wohl möglich, den Zeitpunkt genauer anzugeben, wo man zuerst die Wahrnehmung machte, daß verschiedene Salze eine verschiedone Krystallgestalt haben. Die Nachrichten der Alten über die äußeren Kennzeichen der Salze sind zu unbestimmt, als daß man aus ihnen etwas ent-

nehmen könnte. Cäsalpinus[1]) bespricht in seiner Schrift de metallicis (1596), daß Salpeter, Alaun, Vitriol, Zucker aus ihren Auflösungen immer in denselben Formen anschießen, hielt aber deßungeachtet die Krystallgestalt nicht für ein constantes Kennzeichen der Körper, durch die vorgefaßte Ansicht irre geleitet, daß es nur der organisirenden Kraft zukomme, bestimmte Gestalten zu erzeugen, was also bei den leblosen (unorganischen) Substanzen nicht der Fall sein könne. Auch Boyle, dessen scharfer Beobachtung die verschiedene Krystallgestalt der Salze nicht entgangen war, wagte nicht zu behaupten, daß dieselben Salze immer dieselbe Gestalt haben, daß eine bestimmte Gestalt ihnen eine wesentliche Eigenschaft sei. Salium volatilium, sagt er in dem Chemista scepticus (1661), diversitatem interdum observavi etiam ipsis oculis in eorum figura posse dignosci. Sal quippe cornu cervi adhaerere excipulo in Parallelipipedi fere figura notavi, et salis volatilis ex humano sanguine ostendere tibi possum copiam granorum ex figura praeditorum, quam Geometrae Rhombum appellant; licet asserere non ausim, figuras horum aliorumve crystallorum salinorum (si ita vocare eos licet) eosdem semper fore, quicunque ignis gradus ad eos sursum pellendum adhibitus fuerit, vel quamcunque celeriter adacti fuerint in spiritus liquoresque coire, in quorum imis partibus eos passim observavi post aliquod temporis spatium concrescere. — Auf die Verschiedenheit in den Krystallen, welche aus Auflösungen derselben Substanz, desselben Alkali's z. B., in verschiedenen Säuren anschießen, machte auch Lemery 1675 in seinem Traité de chymie aufmerksam, in einer für den damaligen Zustand der Krystallographie sehr charakteristischen Weise. Er sagt: Si vous faites crystalliser une mesme espèce de matière que vous aurez dissoute en divers vaisseaux par l'esprit de sel, par l'esprit de nitre, par l'esprit de vitriol, par l'esprit d'alun et par le vinaigre, vous remarquerez autant d'espèces de crystaux en figure, qu'il y a eu de dissolutions différentes; les crystaux faits par le vinai-

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

---

[1]) Andreas Caesalpinus war 1519 zu Arezzo in Toscana geboren. Er wurde Professor der Medicin und Botanik in Pisa, und später Leibarzt des Papstes Clemens VIII. und Professor der Arzneikunde am Collegio della Sapienza in Rom, wo er 1603 starb. Seine hauptsächlichsten Untersuchungen waren auf die Botanik gerichtet; von seinen Schriften mögen, als auf unsern Gegenstand bezüglich, nur seine De metallicis libri tres (1596) genannt werden.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

gre seront plus aigus, que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de nitre; ceux de l'esprit de nitre seront plus aigus que ceux de l'esprit de vitriol, ceux de l'esprit de vitriol seront plus aigus que ceux de l'esprit d'alun, mais de tous ces crystaux, il n'y en aura point de plus grossiers que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de sel. Das ist die ganze Unterscheidung der Krystalle, nach ihrer Dicke, und diese Dicke hängt nach Lemery ab von der Dicke der Säurepartikeln, und hieraus wieder erklärt er, weßhalb die dicksten Säurepartikeln, die der Salzsäure, Blei und Quecksilber aus ihren Auflösungen niederschlagen (vergl. Seite 309 dieses Theils). Gleich irrig war Homberg's 1702 geäußerte Ansicht, nach welcher die Verschiedenheit der Basis in den Salzen die Ursache ihrer verschiedenen Krystallgestalt sein sollte, ebenso wie Lemery die Verschiedenheit der Säure für den Grund dieser Erscheinung gehalten hatte. Viel richtiger betrachtete Gulielmini [1]) die Verschiedenheit in der Krystallgestalt der verschiedenen Salze. In seiner Dissertatio de salibus sprach er bereits 1707 aus, daß die kleinsten Partikeln der Salze eine beständige und unveränderliche Form haben; daß die Verschiedenheit der Krystallgestalt des Kochsalzes, des Vitriols, des Alauns und des Salpeters auf einer Verschiedenheit der Krystallgestalt ihrer kleinsten Theilchen beruhe. Als die Grundgestalt des Kochsalzes nahm er den Würfel an, als die des Vitriols ein rhombisches Prisma, als die des Salpeters eine Säule, deren Basis ein gleichschenkliches Dreieck ist (er leitete daraus die Entstehung der sechsseitigen Säulen des Salpeters ab), als die des Alauns eine vierseitige Pyramide. Aus der Aneinanderlagerung dieser Grundgestalten entstehen nun nach Gulielmini die Formen, welche die Körper in größeren Massen krystallisirt zeigen, und die mit denen der Grundgestalten nicht immer übereinstimmen, obgleich sie aus ihnen entstanden sind. Diese Ansichten, welche weiter ausgeführt in Hauy's Betrachtungsweise wieder auftreten, zogen indeß damals die Aufmerksamkeit der Gelehrten nicht auf sich; falsche Ideen blieben die herrschenden. Das indeß wurde wenigstens jetzt allgemein aner-

---

[1]) Dominico Gulielmini war 1655 zu Bologna geboren; er zeichnete sich aus als Arzt, als Physiker und Chemiker. Er starb als Professor zu Padua 1710. Mit Uebergehung seiner physikalischen und medicinischen Schriften führen wir hier nur seine Dissertatio de salibus (1707) und de principio sulphureo (1710) an.

kannt, daß die Krystallform keine zufällige Eigenschaft, sondern ein bestimmtes Kennzeichen ist, und wie schon Libavius 1597 in seinem Werke de judicio aquarum mineralium vorgeschlagen hatte, die Art der in einem Mineralwasser enthaltenen Substanzen durch Abdampfen und Untersuchen der Gestalt der entstandenen Salze zu bestimmen, gründete auch Stahl 1703 seine Vermuthung, daß die Basis im Kochsalz von gemeinem Kali verschieden sein möge, darauf, daß sie mit den Säuren Salze von verschiedener Krystallform bildet. Die Ansicht, daß Verschiedenheit der Krystallform mit einer Verschiedenheit der Zusammensetzung verbunden sei, schien sich bei dem Fortschreiten der Krystallographie und der analytischen Chemie immer mehr zu bestätigen.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

Diese Ansicht schien vollkommen entwickelt und bestätigt zu sein, als Hauy darauf 1801 seine Classification der Mineralien gründete. Ich habe bereits in der Geschichte der mineralogischen Chemie (Seite 89 dieses Theiles) erwähnt, wie dieses Grundprincip der Hauy'schen Lehre aufgestellt und widerlegt wurde, und mehreres auf die Entdeckung des Isomorphismus Bezügliche angeführt. Auf das dort Gesagte muß ich daher zur Vervollständigung des Folgenden verweisen; hier jedoch ist der Ort, die Entdeckungen über den Zusammenhang zwischen Krystallform und chemischer Zusammensetzung nochmals zu betrachten, besonders in Bezug auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen, da sie es hauptsächlich waren (mehr als die natürlich vorkommenden, die Mineralien), an welchen dieser Zusammenhang zuerst richtig erkannt und nachgewiesen wurde.

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Hauy's auch auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen ausgedehnter Grundsatz, daß bei allen Körpern, welche nicht in dem regulären System krystallisiren, Eine bestimmte Grundform auch nur Einer Zusammensetzung angehören könne, daß also jede Verschiedenheit der Zusammensetzung sich in einer Verschiedenheit der Krystallgestalt wieder zeigen müsse, — fand bald einzelnen Widerspruch. Schon frühere Beobachtungen auch an künstlichen Verbindungen (vergl. Seite 93) schienen dagegen zu streiten. Leblanc hatte bereits 1787 gezeigt, daß aus einer gemischten Lösung von schwefelsaurem Eisen und schwefelsaurem Kupfer Krystalle entstehen, welche bei völliger Gleichheit der Form sehr wechselnde Mengen der beiden Salze enthalten können; daß Alaun, ohne seine Krystallgestalt zu ändern, bedeutende Mengen Eisenoxyd enthalten kann. Vauquelin hatte ebenfalls schon 1797 Beweise dafür geliefert, daß krystalli-

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

sirte Körper ganz wechselnd zusammengesetzt sein können bei unveränderter Krystallgestalt, daß z. B. in dem Alaun sehr veränderliche Mengen Ammoniak enthalten sein können, ohne daß die Krystallgestalt dadurch irgend verändert wird; und Berthollet bestritt 1803 in seiner Statique chymique die Richtigkeit des Hauy'schen Princips geradezu, indem er an mehreren künstlichen wie auch an vielen natürlichen krystallisirten Substanzen nachzuweisen suchte, daß mit der verschiedenartigsten und allmälig, in unbestimmten Proportionen, wechselnden Zusammensetzung eine und dieselbe Grundgestalt verbunden sein kann. Später (1816) zeigte Gay-Lussac, daß ein Krystall von Kalialaun, in eine Auflösung von Ammoniakalaun gelegt, sich darin vergrößert, ohne die Form zu verändern, und daß auf diese Art ein krystallisirter Körper aus übereinandergeschichteten heterogenen Theilchen gebildet werden kann, ein Krystall, dessen Bestandtheile nicht nach stöchiometrischen Verhältnissen verbunden sind, sondern in variabeln Verhältnissen sich vereinigen können. Mit den später gefundenen Resultaten der theoretischen Forschung ganz übereinstimmend sprach Gay-Lussac sich damals über dieses Zusammentreten von Körpern in unbestimmten Verhältnissen folgendermaßen aus: Ce résultat tient evidemment à ce que les molécules des deux espèces d'alun ont la même forme, et sont sans doute animées des mêmes forces: il est alors indifférent, pour l'accroissement du crystal, qu'il s'approprie une molécule d'un des sels ou une molécule de l'autre. Ainsi donc, lorsque cette circonstance se présentera, c'est à dire, lorsque des molécules de nature différente pourront également concourir à la formation d'un crystal, on pourra s'attendre à les voir former des composés dans des proportions quelconques. Beudant zeigte 1819, daß Mischungen aus schwefelsaurem Zink, schwefelsaurem Eisen oder schwefelsaurem Kupfer, welche zwei dieser Salze enthalten, entweder wie der Eisen- oder wie der Zinkvitriol krystallisiren, ungeachtet in einem solchen Krystall eine oft nicht unbedeutende Menge eines Salzes enthalten ist, welches für sich in einer ganz andern Gestalt krystallisirt. Hauy schloß hieraus, daß es Substanzen gebe, welche eine große Krystallisationskraft haben, so daß sie im Stande seien, in kleinen Mengen einer bedeutenden Quantität eines andern Salzes beigemischt, auch diesem letzteren ihre eigenthümliche Krystallgestalt aufzudrücken und mitzutheilen. Diese Ansicht scheint Hauy schon 1801 vorgeschwebt zu haben, als er in Rücksicht auf die Krystallgestalt des Schwefelarsenik,

das dieselbe Grundgestalt wie der Schwefel hat und doch verhältnißmäßig wenig dem Gewichte nach von Schwefel enthält, die Frage stellte, ob man bei der Classification der krystallisirten Verbindungen als Ursache der Gestalt denjenigen Bestandtheil anzusehen habe, der in der größten Menge darin enthalten sei, oder denjenigen, der der Verbindung seine Eigenthümlichkeit mittheile (qui la marque de son empreinte). Vermöge dieser größeren Krystallisationskraft, die man einzelnen Substanzen beilegte, suchte man nun auch andere Fälle zu erklären, z. B. daß verschiedene kohlensaure Salze, die gewöhnlich kleine Mengen kohlensauren Kalkes enthalten, in der Form des letzteren Salzes krystallisiren, u. s. w.

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Entdeckung des Isomorphismus.

Diese Ansichten, welche nur als nothgedrungene Erweiterungen des Hauy'schen Grundprincips anzusehen, und deßungeachtet damit in keiner Weise in Uebereinstimmung zu bringen waren, fanden ihre vollkommene Widerlegung in Mitscherlich's Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und krystallinischer Gestalt. Die ersten Resultate darüber legte er der Berliner Akademie gegen das Ende des Jahres 1819 vor; im folgenden Jahre wurden seine Arbeiten allgemeiner bekannt, und auch sogleich von den meisten Chemikern angenommen. Mitscherlich fand, daß Körper von ganz verschiedener Zusammensetzung, wo der eine nicht die geringste Menge von dem andern enthält, gleiche Krystallform haben können, und daß gleiche Krystallform nicht allgemein vollkommene gleiche Zusammensetzung andeutet, wohl aber ähnliche Zusammensetzung aus verschiedenen Elementen; daß also gleiche Atomconstitution öfters von derselben Krystallgestalt begleitet und als Ursache dieser Uebereinstimmung anzusehen ist. Er bewies dieses zuerst für die arsenik- und die phosphorsauren Salze, die mit derselben Basis in demselben Sättigungsgrade vereinigt, und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, Salze von vollkommen gleicher Krystallgestalt geben, die sogar in den secundären Formen völlig unter einander übereinstimmen. Er bewies dieses für die verschiedenartigsten Salze dieser Säuren, sei darin Kali, Natron, Ammoniak, Baryt oder Bleioxyd enthalten, sowie für ihre Doppelsalze mit Natron und Ammoniak. Aus diesem speciellen Falle, wo sich also Arsenik und Phosphor nach gleichen Atomen in ihren Verbindungen ohne Formänderung vertreten können, zog Mitscherlich den allgemeinen Schluß, daß die Krystallgestalt der Verbindungen auf der Anzahl der darin enthaltenen Atome und auf der Art, wie diese in binären Verbindungen vertheilt sind,

Entdeckung des Isomorphismus.

beruhe; daß aber die Verschiedenheit der Elemente hierin keine Veränderung hervorbringe. Solche Körper, welche sich nach wechselnden Verhältnissen oder ganz in Verbindungen vertreten können, ohne Aenderung der Krystallgestalt zu veranlassen, und welche überdieß in unbestimmten Proportionen mit einander krystallisiren können, nannte Mitscherlich isomorphe (ἰσόμορφος, gleichgestaltig). Diesen Satz, daß Verbindungen isomorpher Elemente von gleicher atomistischer Constitution stets dieselbe Krystallgestalt haben, wies Mitscherlich sogleich noch für eine große Anzahl anderer Verbindungen nach. Er zeigte, daß Nickeloxyd, Zinkoxyd und Bittererde, mit Schwefelsäure neutralisirt und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, vollkommen gleiche Krystallgestalt haben, daß dasselbe für Kobalt- und Eisenoxydul stattfindet. Aus dem Umstande, daß Kalk, Bittererde, Zinkoxyd, Mangan- und Eisenoxydul mit Kohlensäure verbunden ohne wesentlichen Unterschied in der Form krystallisiren, zog Mitscherlich den Schluß, daß diese Basen überhaupt isomorph sind, daß z. B. ihre Verbindungen mit Schwefelsäure auf gleiche Art krystallisiren müssen, und er fand in der That, daß alsdann ein Unterschied der Krystallgestalt nur in dem Falle stattfindet, wenn wegen verschiedenen Wassergehalts die atomistische Constitution nicht dieselbe ist. Mitscherlich zeigte weiter, daß in den von Leblanc und Beudant nachgewiesenen Fällen, wo zwei Salze (z. B. Eisenvitriol und Zinkvitriol) von verschiedener Krystallgestalt (und ungleichem Wassergehalt) zusammen krystallisiren und die Form eines der Salze annehmen, — daß alsdann der Wassergehalt dieses Salzes auch der des andern mit ihm zusammenkrystallisirten ist; daß also bei einem solchen Zusammenkrystallisiren beide Salze gleiche atomistische Constitution haben, während sie einzeln, verschieden krystallisirend, verschiedene besitzen. Er zeigte aber auch, daß alle diese Salze, wenn sie mit schwefelsaurem Kali oder Ammoniak Doppelsalze eingehen, alsdann eine gleiche Atomconstitution und vollkommen gleiche Krystallform besitzen. Auf diese Art bestimmte Mitscherlich verschiedene Gruppen isomorpher Körper als solche, die in gleichen Atomverhältnissen mit einem dritten Bestandtheile, sei dieser letztere noch so zusammengesetzt, verbunden, Verbindungen von gleicher Krystallgestalt hervorbringen; er begründete die Lehre vom Isomorphismus, die vom Jahre 1820 an, wo sie bekannter wurde, eine der wichtigsten Stellen in dem theoretischen Theile der Chemie einnahm. Den Einfluß dieser Lehre auf die Stöchiometrie haben wir bereits oben Seite 397 wahrgenommen, und

ihre Wichtigkeit für die mineralogische Chemie ist gleichfalls schon Seite 92 ff. besprochen worden.

Entdeckung ungleicher Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung.

An die vorstehende Geschichte des Erkenntnisses eines Zusammenhanges zwischen chemischer Constitution und Krystallform knüpft sich die Besprechung eines andern Gegenstandes, nämlich ob Verbindungen aus denselben Bestandtheilen und in denselben Verhältnissen in ihren Eigenschaften identisch sein müssen; und zwar aus dem Grunde, weil die Krystallgestalt der erste Anhaltspunkt war, hierüber entscheiden zu lassen.

Entdeckung des Dimorphismus.

Vor dem 19. Jahrhundert erschien es, so lange überhaupt die quantitative Zusammensetzung von Verbindungen untersucht wurde, allgemein angenommen, daß dieselben Bestandtheile in denselben Gewichtsverhältnissen zusammentretend identische Verbindungen hervorbringen müssen. In Hauy's Ansichten finden wir es namentlich ausgesprochen, daß Körper von gleicher chemischer Zusammensetzung gleiche Krystallform besitzen. Schon zu jener Zeit waren indeß Fälle bekannt, welche in Bezug hierauf zu widersprechen schienen. Schon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts hatte Vauquelin die chemische Identität zweier der Krystallform nach verschiedenen Mineralien, des Anatases und des Rutils, darzuthun gesucht; für den Kalkspath und den Arragonit hatten Klaproth und Vauquelin zu derselben Zeit absolut dieselbe Zusammensetzung gefunden; Thénard zeigte 1800 mit allen damals der Analyse zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, daß darin nur Kohlensäure und Kalk, und zwar in denselben Gewichtsmengen vereinigt, enthalten sind. Hauy sprach 1801 seine Hoffnung aus, daß fortgesetzte Untersuchungen doch wohl noch einen Unterschied in ihrer chemischen Zusammensetzung darthun würden. Dies schien sich wirklich zu bewähren, als 1813 Stromeyer die Entdeckung machte, daß alle von ihm untersuchten Exemplare von Arragonit auch kohlensauren Strontian, wenn auch in geringer und veränderlicher Menge, enthielten, welcher Gehalt dem Kalkspath gänzlich abgeht, und also einen Unterschied in der Zusammensetzung zu begründen schien. Die Ansicht, daß Substanzen von derselben procentischen Zusammensetzung auch gleiche Eigenschaften, namentlich gleiche Krystallform haben, schien hiernach auf's neue bestätigt zu sein, und alle davon abweichenden Fälle schienen nur die noch unvollkommene Kenntniß der betreffenden Substanzen anzudeuten. Aber Mitscherlich zeigte 1821 durch unwiderlegliche Beispiele, daß Körper, die aus denselben Bestandtheilen in denselben Verhältnissen zusammengesetzt sind, zwei verschiedene Formen

annehmen können; er zeigte dies zuerst an dem sauren phosphorsauren Natron, und 1823 an dem Schwefel; diesem Beispiele reihten sich bald mehrere an, und die durch diese Thatsachen bewiesene Lehre vom Dimorphismus (διμορφος, doppelgestaltig) kann als seit dieser Zeit allgemein angenommen betrachtet werden (vergl. noch kohlensauren Kalk).

Entdeckung der Isomerie und Polymerie.

Eine andere Entdeckung, die hierher gehört, ist die der Isomerie und Polymerie, nämlich verschiedener physikalischer und auch chemischer Eigenschaften bei Verbindungen von gleicher Zusammensetzung, was die Beschaffenheit der Bestandtheile und die Gewichtsverhältnisse derselben betrifft. Vor dem Jahre 1825 betrachtete man einen solchen Umstand als ein Anzeichen, daß entweder in der Beobachtung der Eigenschaften oder in der Ausmittelung der Zusammensetzung bei einer der Verbindungen ein Irrthum vorgefallen sei, selbst wenn die Untersuchungen von den zuverlässigsten Chemikern geführt worden waren, wie dies z. B. der Fall war, als Wöhler 1823 für die Zusammensetzung der Cyansäure und Liebig 1824 für die Zusammensetzung der Knallsäure gleiche Resultate erhielten. Faraday machte 1825 in einer Untersuchung über die Kohlenwasserstoffverbindungen wieder darauf aufmerksam, daß bei gleicher Zusammensetzung ein derartiger Unterschied existiren kann, indem er Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff fand, welche, dem Gewichte nach ganz gleich zusammengesetzt, in ihren Eigenschaften gänzlich differirten, und wobei sich noch zeigte, daß das specifische Gewicht im Gaszustande verschieden war, daß also in dem einen die Elemente sich in einem condensirteren Zustande als im andern befanden, daß bei dem einen auf dasselbe Volum im Gaszustand eine größere Anzahl einfacher Atome kam, als im andern. Hier konnte indeß noch Verschiedenheit der Zusammensetzung in einem gewissen Sinne angenommen werden, insofern das zusammengesetzte Atom des einen Körpers mehr Atome der Elemente in sich enthielt, als das des andern, aber bald wurden auch Verbindungen bekannt, wo selbst dieser Unterschied in der Constitution wegfiel. Berzelius machte darauf aufmerksam, daß es zwei Zinnoxyde von gleicher Zusammensetzung aber ungleichen Eigenschaften gebe; Clark wies 1828 für die Phosphorsäuren Unterschiede nach, durch Untersuchung des geglüheten und des nicht geglüheten phosphorsaueren Natrons; Magnus fand 1830, daß verschiedene krystallisirte Mineralien durch Schmelzen ein anderes specifisches Gewicht bekommen, ohne an Gewicht zu verlieren (da mit dieser Veränderung auch eine Abänderung der chemischen Eigenschaften verbunden ist, so gehört auch

diese Entdeckung hierher), und endlich fand Berzelius 1830 für zwei verschiedene organische Säuren, die Weinsäure und die Traubensäure, ganz identische Zusammensetzung und gleiche Gewichtsverhältnisse bei Verbindung dieser Säuren mit Basen. Berzelius betrachtete demnach seit 1830 solche Verbindungen, von gleicher Zusammensetzung und ungleichen Eigenschaften, als isomere (ἰσομερής, aus gleichen Theilen zusammengesetzt), und 1831 unterschied er genauer sie als polymere, solche, wo die relativen Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile in den verschiedenen Verbindungen gleich sind, aber die absolute Anzahl der einfachen Atome in Einem Atom der verschiedenen Verbindungen, das Atomgewicht, verschieden ist, und als metamere, wo die relativen Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile und auch das Atomgewicht der beiden Verbindungen gleich sind, wo aber die Elemente in verschiedener Art zu näheren Bestandtheilen gruppirt sind. Entdeckung der Isomerie und Polymerie.

Geschichte der chemischen Nomenclatur und Zeichenlehre.

Mit der sich entwickelnden Einsicht in die chemische Verwandtschaft und in ihre Wirkungen, mit der sich vermehrenden Kenntniß der chemischen Verbindungen verändert sich die Art, sie zu benennen und durch besondere Charaktere zu bezeichnen. Wir wollen die Aenderungen, welche die chemische Nomenclatur und Zeichenlehre erfuhr, hier etwas ausführlicher betrachten.

Geschichte der chemischen Nomenclatur.

Die Geschichte der chemischen Nomenclatur zeigt deutlicher, als irgend eine andere, die verschiedenen Zustände der Wissenschaft in den aufeinanderfolgenden Zeitaltern; mit der nur empirischen Kenntniß von Thatsachen war eine nur empirische Bezeichnung derselben verbunden; mit der Aufklärung der Ursachen der Erscheinungen, mit der Erkenntniß der Zusammensetzung chemischer Substanzen bahnte sich allmälig eine geordnete rationelle Nomenclatur ihren Weg.

Aelteste chemische Nomenclatur.

Die ältesten Bezeichnungen für chemische Substanzen sind theils ganz allgemeine, theils von dem Ursprunge, von dem Fundorte, entlehnte. So wird das Wort sal für alles salzig Schmeckende seit den ältesten Zeiten gebraucht; später (im 8. Jahrhundert) wird zum Zwecke specieller Bezeichnung ein an den Ursprung oder an die Art des Vorkommens erinnerndes Wort (sal maris, sal πέτρης, sal armoniacum) hinzugefügt. Bei Geber findet man noch in keiner Weise irgend einen Leitfaden in der Benennung der Substanzen; sie sind fast alle Trivialnamen. Auch die europäischen Alchemisten vom 13. Jahrhundert an unterschieden die schon länger bekannten Körper nur nach den Trivialnamen, die neu entdeckten nach besonders hervorstechenden Eigenschaften; so für den Weingeist der Name aqua ardens. Wo eine Verallgemeinerung einer Bezeichnung stattfand, da war sie verwirrend, wie denn z. B. von eben dieser Zeit an alles flüchtige Flüssige mercurius genannt wurde; das reine Quecksilber mercurius communis ebensowohl, wie auch wieder

der Weingeist mercurius vegetabilis. Mit dieser Unbestimmtheit verband sich in jener Zeit noch die Sucht, bildliche Bezeichnungen zu geben. So sehen wir z. B. den Salmiak noch mit den Namen anima sensibilis, cancer, aquila, lapis aquilinis, lapis angeli conjungentis, aqua duorum fratrum ex sorore u. a. belegt, und diese Probe mag hinreichen, das Sinnreiche dieser Bezeichnungen, wovon viele uns jetzt ganz unverständlich sind, würdigen zu lassen. In dieser und der zunächst folgenden Zeit, vom 13. bis zum 18. Jahrhundert, wurden die verschiedenen Verbindungen nur nach ihren ausgezeichnetsten physikalischen, seltener chemischen, Eigenschaften benannt; der Dickflüssigkeit wegen benannte man schon frühe das oleum tartari ähnlich wie das oleum vitrioli, und stellte später das oleum martis damit in Eine Kategorie. Was sich in Wasser löste und auf der Zunge einen Geschmack gab, hieß sal; sal tartari, sal nitri standen stets zusammen, und das sal succini reihte sich ihnen im Anfange des 17. Jahrhunderts nach damaligen Begriffen ganz folgerecht an. Ebenso verschiedene Begriffe schlossen die ganz ähnlichen Bezeichnungen cremor tartari und cremor calcis; spiritus fumans, spiritus vini, spiritus nitri, spiritus salis ammoniaci causticus; flores zinci, flores sulphuris und viele andere ein. Nach dem verschiedenen Geschmack unterschied man die salia acida und die salia alcalina, nach der Flüchtigkeit theilte man die letzteren in salia alcalina fixa und salia alcalina volatilia. War eine metallische Verbindung gelb oder gelbroth, so wurde sie Crocus, war sie schwarz, so wurde sie Aethiops genannt. Mit der Entdeckung einer größeren Anzahl Verbindungen, namentlich von Salzen, im 17. Jahrhundert, nahm man seine Zuflucht zu dem Namen des Entdeckers, wo hervorstechende physikalische Eigenschaften fehlten. Die letzteren, mit Angabe des Stoffes, aus dem die Verbindungen erhalten waren, genügten, um von dem butyrum antimonii den spiritus fumans, das oleum arsenici, das butyrum zinci und die resina cupri zu unterscheiden; bei den Salzen setzte man den Namen des Entdeckers, oder Desjenigen, der es hauptsächlich in Anwendung brachte, hinzu, und die Bezeichnungen sal febrifugum oder digestivum Sylvii, sal mirabile Glauberi, sal polychrestum Glaseri u. s. w. waren doch mindestens besser als die gleichzeitig gebrauchten Arcanum duplicatum, sal de duobus, Panacaea duplicata und ähnliche. Aelteste chemische Nomenclatur.

In dem Zeitalter der Alchemie machte sich jeder Chemiker seine Nomenclatur nach eigenem Belieben, nur für die gewöhnlichsten Substanzen

Aelteste chemische Nomenclatur.

stimmen die Benennungen der verschiedenen Chemiker manchmal überein. In dem Zeitalter der medicinischen Chemie bleibt die Nomenclatur zwar eine durchaus principlose, allein sie beruht doch da schon mehr auf allgemeiner Convenienz, und dieselben Worte werden bei den verschiedenen Schriftstellern für dieselben Substanzen gebraucht. Gegen das Ende des 17. Jahrhunderts begann man endlich, gleichartige Namen auf Gleichartigkeit der Eigenschaften zu gründen, welche sich von einer Aehnlichkeit der Zusammensetzung herschreibt. So unterschied man damals schon die schwefelsauren Salze als Vitriole (ein Ausdruck, mit dem Basilius Valentinus noch im 15. Jahrhundert alle krystallisirten Metallsalze bezeichnete), man fügte den bekannten Metallvitriolen auch das schwefelsaure Kali als tartarus vitriolatus oder nitrum vitriolatum bei; die salpetersauren Salze fing man ebenso an, allgemein als Salpeter zu bezeichnen; was auf glühenden Kohlen verpufft, war ein Salpeter; man unterschied von dem gemeinen Salpeter den cubischen Salpeter, Glauber's flammenden Salpeter, den Silbersalpeter und den Bleisalpeter. Diese ähnlichen Namen bezeichnen meist Gleichheit der Säure, nur in selteneren Fällen finden wir Salze von verschiedenen Säuren, aber von derselben Basis mit ähnlich klingenden Namen belegt, z. B. die Unterscheidung zwischen dem gewöhnlichen Salmiak und Glauber's geheimem Salmiak. — Ebenso deuteten die ähnlichen Namen Hornblei und Hornsilber eine Aehnlichkeit der Eigenschaft und auch der Zusammensetzung an, und noch viele andere Beispiele ließen sich hier anführen, welche indeß besser in der speciellen Geschichte der betreffenden Substanzen Erwähnung finden, wo ich die Nomenclatur berücksichtigen werde. Wie indeß es noch im Anfange des 18. Jahrhunderts mit der chemischen Nomenclatur in einzelnen Fällen aussah, zeigt der Name magnesia alba, den man dem damals zuerst verbreiteten Arzneimittel beilegte, weil man darin eine große Aehnlichkeit mit dem Braunstein, der magnesia nigra, zu finden glaubte.

Dieser verworrene, nur in sehr wenig Fällen entfernt consequente, Sprachgebrauch dauerte bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts. In den wenigen verallgemeinerten Bezeichnungen, die sich in dem Vorstehenden finden, muß man deßungeachtet die Gruudlage unserer heutigen Nomenclatur suchen. Es waren um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzüglich Macquer und Baumé, welche auf der Nothwendigkeit bestanden, ähnlich zusammengesetzte Substanzen durch ähnliche Namen zu bezeichnen, und die besonders allgemeinere Benennungen, wie Vitriole, Salze u. s. w., in

Gang zu bringen suchten. Ihren, jedoch noch ziemlich unvollkommenen, Bemühungen trat von 1770 an Bergman bei, und versuchte gleichfalls, für solche Verbindungen, deren Bestandtheile er mit Sicherheit zu kennen glaubte, passende zusammengesetzte Namen zu geben. Da indeß Bergman zugleich seine Benennungen auf die ältere Nomenclatur zu stützen suchte, so entstanden bei ihm Weitschweifigkeiten, die seiner Nomenclatur gerade nicht zum Vortheil gereichten; die verschiedenen caustischen Alkalien unterschied er z. B. von dem kohlensauren als reines fixes vegetabilisches Alkali, reines fixes mineralisches Alkali, reines flüchtiges Alkali, von dem luftvollen fixen vegetabilischen und luftvollen fixen mineralischen Alkali u. s. w., und erst später, 1782 in seinem Entwurf eines neuen Mineralsystems, brauchte er für die ersteren einfach die Ausdrücke Potassinum, Natrum und Ammoniacum. Zu dieser Zeit machte Bergman Vorschläge über die chemische Nomenclatur, welche in mehrfacher Hinsicht mit den gleich zu besprechenden von Guyton übereinstimmen. Bergman meinte damals, man solle jeder Säure einen einfachen Namen geben, so z. B. die salpetrige Säure einfach nitreum, die Salpetersäure nitrosum nennen; die Salze Einer Säure sollten sämmtlich Einen Genusnamen erhalten, und die Zufügung der Base die Species bezeichnen, wie er denn z. B. für vitriolisirten Weinstein die Benennung vitriolicum potassinatum, für Selenit vitriolicum calcareatum vorschlug. Allein Bergman selbst führte keinen seiner Vorschläge consequent selbst durch; in seinen verschiedenen Schriften finden sich verschiedene Principien der Nomenclatur befolgt. So nimmt er in seiner Sciagraphia den Genusnamen von der Base, und den Speciesnamen von der Säure; er braucht hier z. B. für die verschiedenen Natronsalze die Bezeichnungen alcali minerale aëratum (kohlensaures), vitriolatum, nitratum, salitum u. s. w., für die Magnesiasalze magnesia aërata, vitriolata, nitrata, salita u. s. f. — Wenn aber auch Bergman nicht ganz einig mit sich war, welches Princip der Nomenclatur in der Chemie einzuhalten sei, so sah er doch die Nothwendigkeit einer Umgestaltung der Nomenclatur, einer Zurückführung derselben auf feste Grundsätze, deutlich ein, und nach allen Kräften trug er dazu bei. Noch in den letzten Tagen seines Lebens schrieb er an Morveau, welcher damals mit der Reform der chemischen Namen beschäftig war, und rieth ihm, streng zu verfahren und keine ungeeignete Benennung beizubehalten, wenn sie auch langjährigen Gebrauch für sich hätte. Er solle eine neue rationelle Nomenclatur einführen; »Jene,

Bergman's Nomenclatur.

die schon unterrichtet sind, werden sie leicht verstehen, und Jene, die noch nicht unterrichtet sind, werden sie noch weit eher verstehen," meinte Bergman.

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Alle früheren Vorschläge und Verbesserungen waren nur auf verhältnißmäßig wenige chemische Substanzen gegangen, kein allgemeines Princip war befolgt, was für die Benennung neu darzustellender Verbindungen einen Leitfaden hätte abgeben können. Guyton de Morveau war der Erste, der 1782 für die Salze eine consequente Nomenclatur durchzuführen suchte. Die Veranlassung für ihn war, daß er sich anheischig gemacht hatte, den chemischen Theil der zu jener Zeit erscheinenden Encyclopédie méthodique zu bearbeiten, und er sah ein, wie nothwendig für den Erfolg einer angemessenen Darstellung der Gebrauch einer richtigen Bezeichnungsmethode sein mußte. Zugleich aber auch überzeugt, daß die Einführung einer besseren Nomenclatur nur dann von Nutzen sein könne, wenn ihr der Beitritt der übrigen Chemiker gesichert sei, publicirte er vor ihrer Anwendung einen Entwurf derselben in dem Journal de Physique (1782). Dieser Entwurf gründete sich auf die phlogistische Theorie, welcher Morveau zu dieser Zeit noch anhing; der wichtigste Theil desselben beschäftigte sich mit der Benennung der Salze und ihrer Bestandtheile, und folgende Mittheilung einiger von Morveau dafür in Vorschlag gebrachten Namen mag zeigen, inwiefern sich seine Methode unserer heutigen bereits nähert.

Acides	Sels	Bases
Vitriolique	Vitriols	Phlogistique
nitreux	nitres	calce
arsénical	arséniates	barote
boracin	boraxs	or
fluorique	fluors	argent
citronien	citrates	mercure
oxalique	oxaltes	cuivre
sébacé	sébates	esprit de vin

Wir finden hier zuerst alle Säuren wirklich als acides benannt; jede einzelne in der Art, daß dem Gattungsnamen acide ein distinguirendes Adjectiv, von dem Ursprunge der Säuren abgeleitet, beigefügt wird. Als das Bedeutendste in diesem Vorschlage müssen wir indeß die große Einfachheit anerkennen, mit welcher Morveau die Salze benannte, nämlich allgemein von der Säure den Geschlechtsnamen zu entlehnen, und ihr den

Namen der Base als Gattungsbezeichnung beizufügen, also zu sagen vitriol d'argent, vitriol de cuivre, de barote, nitre de mercure, fluor de calce u. s. w., um die Bestandtheile der Salze durch die bloße Benennung auszudrücken. Dieses ist aber auch fast Alles, was von Guyton's erster Nomenclatur später beibehalten wurde; in den Endungen der Bezeichnungen für die Säuren, für die Salze, finden wir keine Analogie; nur in wenigen Fällen begegnen wir hier Flexionen, welche noch jetzt im Gebrauch sind, und diese scheinen mehr durch Zufall so geworden zu sein, als bestimmter Ueberlegung ihre Aufstellung zu verdanken. Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Morveau's Nomenclatur von 1782 fand lebhaften Widerspruch, sowohl von Seiten der Antiphlogistiker, weil sie sich auf ein von ihnen für falsch erkanntes System stützte, als auch von Seiten der Phlogistiker, die darin zu viel Neuerungen fanden. Für die ersteren indeß war die Einführung einer neuen Sprachweise in der Chemie ein großes Bedürfniß, da sie in den älteren phlogistischen Ausdrücken kaum ihre Ansichten verdeutlichen konnten; als daher Morveau zu ihrer Theorie übertrat, und im Anfange des Jahres 1787 selbst nach Paris kam, wurde von Lavoisier der Plan, eine Reform in dieser Hinsicht durchzuführen, aufgenommen; er vereinigte sich mit Morveau, Berthollet und Fourcroy, und legte schon im April dieses Jahres der Akademie den Plan zu einer neuen Nomenclatur vor, an deren Ausarbeitung jedoch die beiden Letzteren nur untergeordneten Antheil genommen zu haben scheinen. An dieser verbesserten Nomenclatur hat Lavoisier ohne Zweifel den größten Antheil; in seinem Namen stattete er der Akademie Bericht ab über die allgemeinen Grundsätze, welche bei der Aufstellung derselben befolgt worden waren, während Morveau die Einzelnheiten derselben der Akademie vorlegte. Lavoisier hob in seinem Berichte hervor, daß die Benennung der Körper zugleich über ihre Natur Aufschluß geben soll; daß also für die einfachen Substanzen, denen nicht schon lange Gewohnheit einen nur schwer abzuändernden Namen gegeben habe, Bezeichnungen zu wählen seien, welche die allgemeinste Eigenschaft derselben ausdrücken; einmal um dem Gedächtnisse zu Hülfe zu kommen, welches neue bedeutungslose Wörter nur schwer behalte und leicht verwechsele, und dann, um überhaupt davon abzugewöhnen, Bezeichnungen anzuwenden, ohne damit einen Begriff auszudrücken. Für die meisten einfachen Stoffe, die schon länger bekannten Metalle, Alkalien und Erden, behielten sonach die französischen Chemiker die frühere Bezeichnungsweise bei, während sie

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

als neue Elemente das Oxygène, das Hydrogène und das Azote nannten. Um die einfacheren Verbindungen aus zwei Bestandtheilen zu benennen, beachteten sie, daß diese Verbindungen meist saurer oder basischer Natur sind. Sie glaubten, schon durch den Namen ausdrücken zu müssen, ob eine Verbindung einer dieser Klassen angehört, und führten deßhalb die Bezeichnungen acide und oxyde als allgemeine Namen ein, denen zur Unterscheidung der Name des Stoffs, aus welchem eine solche Verbindung entsteht, beigefügt wird. Den Wörtern, welche zur Unterscheidung der Säuren hinzugefügt werden, gaben sie im Allgemeinen die adjectivische Endung ique, welche später auch in die lateinische Nomenclatur überging; nur in dem Falle, wo sich ein Radical in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff verbindet, unterschieden sie die weniger Sauerstoff enthaltenden Säuren durch die Endung auf eux, und wir sehen hier zuerst acide sulfureux von acide sulfurique, acide nitreux von acide nitrique mit Rücksicht auf die verschiedene Zusammensetzung unterschieden. Für die Salze behielten sie im Allgemeinen die Nomenclatur Morveau's bei, mit der schärferen Angabe, daß alle Salze einer Säure, deren Radical sich nur in Einem Verhältniß mit Sauerstoff verbindet, auf ates endigen sollten (borates, muriates, benzoates ꝛc.), daß, wo Säurebildung in verschiedenen Proportionen mit Sauerstoff statthat, die Salze der weniger Sauerstoff enthaltenden Säure auf ites, der mehr Sauerstoff enthaltenden auf ates endigen sollten (nitrites für die salpetrigsauren, nitrates für die salpetersauren Salze, ebenso sulfites, sulfates ꝛc.).

Das Vorhergehende mag hinreichend sein, um zu zeigen, daß die von Lavoisier und Guyton de Morveau aufgestellte Nomenclatur im Wesentlichen die heute noch befolgte ist. Ihre Vorzüglichkeit und Naturgemäßheit zeigte sich besonders daran, mit welcher Leichtigkeit sie, die zunächst nur für die französische Sprache ausgedacht war, sich in allen anderen Sprachen nachbilden ließ. Diese Nomenclatur wurde 1787 durch eine eigene von Lavoisier, Morveau, Berthollet und Fourcroy gemeinschaftlich herausgegebene Schrift bekannt; in Frankreich wurde sie bald die allgemein eingeführte, in England bedienten sich schon Black und andere ausgezeichnete Chemiker derselben; auch in Deutschland, wo die Phlogistontheorie noch am längsten Vertheidiger fand, wurde sie seit 1791 von Einigen gebraucht, und immer allgemeiner angewandt, obgleich noch gerade in diesem Jahre Wiegleb, ein Chemiker von bedeutender Autorität zu dieser Zeit, über dieselbe äußerte: »Die französischen Chemiker — — — ließen sich einfallen,

eine ganz neue chemische Kunstsprache zu entwerfen. Allein sie hat selbst in Frankreich keinen allgemeinen Beifall gefunden, von den Ausländern ist sie aber mit Einer Stimme verworfen worden.« Wiegleb irrte sich; noch vor 1800 war sie in die deutsche Sprache übergegangen, und von den meisten Chemikern gebraucht. Unter Denjenigen, welche um 1800 mit Erfolg bemüht waren, diese Nomenclatur in Deutschland heimisch zu machen, und die überhaupt für die Ausbildung der deutschen chemischen Kunstsprache ausgezeichnet viel geleistet haben, verdienen vorzüglich Gren (der ihr in Deutschland Eingang verschaffte, ohne allen Lehrsätzen der Lavoisier'schen Theorie beizutreten) und Gilbert erwähnt zu werden, welcher Letztere als Herausgeber eines der geachtetsten deutschen Journale auch besonders Gelegenheit hatte, sich in dieser Hinsicht Verdienste zu erwerben.

Widersprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

Lavoisier's Ansicht, daß die Benennung einer Substanz uns zugleich über ihre Natur, über die Art ihrer Bestandtheile und sogar über das relative Zusammensetzungsverhältniß derselben belehren solle, breitete sich zwar bald allgemein aus, erfuhr indeß doch auch Widerspruch von Gelehrten, denen sonst ein sehr gültiges Urtheil zustand. Es sind in dieser Beziehung nicht die Phlogistiker gemeint, welche aus blindem Vorurtheil eine Bezeichnungsmethode verwarfen, weil sie ein anderes System repräsentirte, als das ihrige; aber noch 1812 sprach sich über das Princip der Lavoisier'schen Nomenclatur ein Chemiker mißbilligend aus, dessen Ansichten überhaupt oft von denen Lavoisier's abwichen. Humphry Davy war der Ansicht, daß überhaupt eine Nomenclatur keine Ansicht ausdrücken solle, denn eine theoretische Ansicht könne wechseln, und es sei damit ein Umsturz aller früheren Benennungen gegeben. So z. B. müsse mit der Zerlegung von Körpern, die im Lavoisier'schen System als einfach gelten, eine gänzliche Abänderung der darauf gegründeten Nomenclatur verbunden sein. Davy meinte, die Trivialnamen, welche keine Constitution ausdrücken, seien eben deßhalb die besten. Für Körper, die als ähnliche zu betrachten sind, welches auch die Ansicht über ihre Constitution sei, solle man ähnliche Bezeichnungen wählen. So z. B. könne man alle Metalle in der lateinischen Nomenclatur auf um endigen lassen; der Begriff der Oxyde, unwandelbar, wie auch die Ansicht über die Constitution der Oxyde sei, könne durch die Flexion auf a ausgedrückt werden, und man solle z. B. aura, plumba, calca, potassa für die Oxyde von aurum, plumbum, calcium, potassium sagen. Auf sehr zusammengesetzte Körper, meint Davy,

Widersprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

sei ohnehin das Lavoisier'sche Nomenclaturprincip nicht anwendbar, während er z. B. die Chlormetalle sehr einfach durch plumbana, argentana, calcana, potassana u. s. w. bezeichnete. Noch 1814 schlug Davy vor, die ähnlichen Fluormetalle durch eine ähnliche Endung als plumbala, calcala u. s. w. zu unterscheiden, die Jodmetalle aber plumbama, calcama u. s. w. zu nennen. Davy stand damals mit seiner Nomenclatur sehr allein; in unserer Zeit scheinen einige Chemiker versuchen zu wollen, ein ähnliches Sprachprincip in Aufnahme zu bringen.

Es scheint mir unnöthig, andere Einwürfe und Verdrehungen der Lavoisier'schen Nomenclatur hier zu erzählen; sie haben zu keiner Zeit gefehlt. Ein Hauptvorzug dieser war es, in alle anderen Sprachen übertragen werden zu können, und namentlich der von allen Gelehrten gekannten, der lateinischen, sich eng anzuschließen. Der Particularismus einzelner Gelehrten verursachte mehrfach Versuche, für die einzelnen Sprachen Nationalkunstsprachen zu ersinnen, und so sehen wir noch 1814 einen ausgezeichneten Physiker mit einer chemischen Nomenclatur für die Völker germanischen Stammes hervortreten, worin, nicht allzuglücklich gewählt, Eld (von dem dänischen Ild, Feuer) für Sauerstoff, Eldluft für Sauerstoffgas, elden für oxydiren, ähnlich brint (von brennen) für Wasserstoffgas, Aesch für Alkali, äschig, Aeschigkeit u. s. w. vorkamen.

Mit Uebergehung aller solcher Versuche haben wir hier nur noch der Nomenclatur zu erwähnen, welche im Geiste der Lavoisier'schen diese allen den Fortschritten anpaßte, welche die Wissenschaft im Laufe der Zeit gemacht hatte. Es ist dies die Berzelius'sche, und da sie noch immer die allgemein angewandte ist, so haben wir von ihr nur die Zeit ihrer Einführung in die Wissenschaft zu bemerken. Berzelius' Nomenclatur, die bei bedeutenden inneren Vorzügen sich auch deßhalb so bald verbreitet hat, weil sie zunächst in lateinischer Sprache abgefaßt und deßhalb allen Chemikern zugänglich war, wurde von ihm zuerst 1811 aufgestellt, bei Gelegenheit, daß ihm die Besorgung einer neuen Ausgabe der schwedischen Pharmacopoe übertragen war. Die Abhandlung, worin er seine Ansichten darüber aussprach, wurde in dem Journal de physique 1811 veröffentlicht, und enthielt bereits vollständig die Grundlage der Benennungsmethode, welche seitdem mit so viel Vortheil auf die neu entdeckten Verbindungen angewandt worden ist. Durch die richtigere Bezeichnung der verschiedenen Verbindungsstufen wurden auch bald die früheren vageren Benennungen

(z. B. die von Thomson 1804 für die verschiedenen Oxydationsstufen vorgeschlagenen: Protoxyd, Deutoxyd, Peroxyd ꝛc.) verdrängt. Eine weitere Ausführung der Berzelius'schen Nomenclatur gehört nicht hierher.

Wie die chemische Nomenclatur waren auch die chemischen Zeichen der Ausdruck des chemischen Wissens. In einer dunkeln Zeit die wenigen und geheim gehaltenen chemischen Kenntnisse unter einer mystischen Form verbergend, in späterer Zeit ungeordnete empirische Thatsachen ebenso verworren und empirisch darstellend, wurden endlich die Zeichen bei genauerer Einsicht in die chemischen Erscheinungen rationeller, einfacher und bequemer, dabei vielsagender und fähig, complicirtere Ansichten auszudrücken. Wir wollen die verschiedenen Phasen der chemischen Zeichenlehre verfolgen, soweit irgend mit historischer Gewißheit sich über ihren Gebrauch abürtheilen läßt. Geschichte der chemischen Zeichen.

Die erste Einführung bestimmter Zeichen für gewisse Substanzen geht indeß hinter die Zeit hinaus, über welche wir noch in der Chemie bestimmte Nachrichten haben; sie fällt mit einer besonderen Nomenclatur zusammen. Die Metalle waren es zuerst, welche man mit solchen Zeichen belegte, und für die 7 Metalle, welche man seit langer Zeit als solche kannte, mochte schon früh der Vergleichung halber die Beilegung der Namen und Zeichen der 7 Planeten passend erscheinen. Wann, und bei den Chemikern welchen Volkes dies zuerst geschehen ist, darüber herrscht gänzliche Ungewißheit. Die früheren Chemiker, welche bemüht waren, den Ursprung der Chemie bis in das graue Alterthum zurückzuverlegen, versichern, daß bereits die alten Aegypter, daß Hermes sich der Planetennamen in der Art bedient habe, allein die Beweise hierfür mangeln nicht nur, sondern es erscheint sogar gewiß, daß dem nicht so sei (vgl. Geschichte der Alchemie, Seite 145). Ebenso zweifelhaft ist es, ob, wie Boerhave versichert, die alten Perser bereits die Metalle nach den Planeten benannt haben. Aelteste chemische Zeichen.

Die Ungewißheit, wann wirklich eine derartige Benennung und Bezeichnung auf die Metalle angewandt worden ist, erstreckt sich noch viel weiter. In Geber's Schriften finden wir sie zuerst nachweisbar durchgeführt und sogar gewöhnlich gebraucht; rührt die Bezeichnung von Geber selbst her, so haben wir sie als im 8. Jahrhundert stattfindend zu betrachten; aber von Geber's Schriften sind kaum mehr als die lateinischen Uebersetzungen bekannt; es fallen diese in das 16. Jahrhundert, und da zu dieser Zeit der Gebrauch der Planetennamen und Planetenzeichen für die

Aelteste chemische Zeichen.

Metalle schon ganz gebräuchlich war, so ist es wohl möglich, daß sich in den Originalien diese Bezeichnung nicht findet, obgleich sie die Uebersetzer angewandt haben. Wir wissen also nicht einmal mit Bestimmtheit, ob Geber für die Metalle sich der Namen und Zeichen der Planeten bedient habe.

Allgemeiner gebraucht ist indeß diese Bezeichnungsweise schon von den Alchemisten des 13. Jahrhunderts; in den Schriften von Raymund Lull kommt sie oft vor. Von dieser Zeit an werden lange die Metalle bezeichnet:

Gold	Silber	Quecksilber	Kupfer	Eisen	Zinn	Blei
☉	☽	☿	♀	♂	♃	♄
Sol	**Luna**	**Mercurius**	**Venus**	**Mars**	**Jupiter**	**Saturnus.**

Ebenso wenig, als über die Zeit der Einführung dieser Zeichen, ist über ihre Bedeutung etwas Sicheres bekannt. Ob ♄ die Sense des Saturns, ♂ Schild und Speer des Mars, ♀ den Spiegel der Venus bedeutet, und somit die Zeichen an Attribute der mythologischen Gottheiten erinnern sollen, oder ob es Abbreviaturen von Namen für diese Gottheiten sind (z. B. das Zeichen der Venus ♀ der erste Buchstabe φ ihres Beinamens φωςφόρος, Morgenstern), läßt sich jetzt nicht mehr entscheiden. Die Alchemisten, von der sehr zweifelhaften Annahme ausgehend, daß die Zeichen den Metallen zuerst gegeben, und von diesen auf die Planeten übertragen worden seien, suchten darin Andeutungen der chemischen Eigenthümlichkeit jedes Metalls; sie hielten diese Zeichen für die Bewahrer hermetischer Gelehrsamkeit, welche über die Zusammensetzung der Metalle berichten. Mit Eifer wurde daher im 14. bis 17. Jahrhundert discutirt, ob der geschlossene Kreis die Vollkommenheit eines Metalls, der Halbkreis den an die Vollkommenheit annähernden Zustand eines solchen ausdrücke, ob ein Kreuz das Zeichen des der Metallicität Beraubtseins sei; und man versuchte, hieraus auf den Grad der Vollkommenheit der verschiedenen Metalle zu schließen, deren Zeichen alle aus Kreisen, Halbkreisen und Kreuzen, zum Theil nur in verschiedener Stellung zu einander, bestehen.

Noch einige andere Zeichen findet man seit dem 13. Jahrhundert in der Chemie gebraucht, nämlich die für die vier Aristotelischen Elemente. Diese Bezeichnung

Feuer	Luft	Wasser	Erde
			

erhielt sich lange, namentlich sieht man das Zeichen des Wassers noch jetzt manchmal gebraucht.

Diese Zeichen wurden mit den oben für die Metalle gegebenen gemeinschaftlich gebraucht; für eine große Menge anderer Stoffe erfand man andere, ohne daß jedoch eine Uebereinstimmung der verschiedenen Chemiker in dieser Hinsicht nachzuweisen wäre. Einzelne Zeichen finden sich zwar bei allen übereinstimmend gebraucht, seit dem 14. Jahrhundert wird z. B. der Schwefel durch ♆ angedeutet. Von der größeren Menge chemischer Charaktere, die sich in den älteren Schriften finden, will ich hier nur die mittheilen, welche Geoffroy 1718 in seinen Verwandtschaftstafeln gebrauchte. Auf die Metalle wendet er noch die oben angegebenen Planetenzeichen an; seine anderen Zeichen sind: Geoffroy's Zeichen.

Säuren Salzs. Salpeters. Schwefels. Fixes Alkali Flüchtiges

Absorbirende Erden Phlogiston [1] Essig Salz Weingeist

Solcher Vorschläge wurden im Laufe des 18. Jahrhunderts mehrere gemacht; wir erwähnen hier nur des von Bergman 1780 vorgeschlagenen Systems chemischer Zeichen, welches, obgleich es keineswegs allgemein angenommen wurde, doch wegen der Autorität seines Urhebers Beachtung verdient. Bergman schlug vor, für analoge Körper ähnliche Zeichen zu wählen, die nur für die besonderen Substanzen durch besondere Abzeichen zu unterscheiden seien. So solle das Zeichen für die vier Elemente und die brennbaren Substanzen, wie Schwefel und Phosphor, in einem auf verschiedene Art ausgezeichneten Dreieck bestehen, eine Krone solle die metallischen Substanzen (regulos) bezeichnen, ein Kreis die Salze und auch die Alkalien, ein Kreuz endlich die Säuren. Bergman selbst jedoch machte von dieser Anordnung keine durchgreifende Anwendung; er ließ den Metallen z. B. ihre früheren Charaktere, obgleich diese nicht mit seiner allgemeinen Bezeichnungsweise übereinstimmen. Bemerkenswerth ist nur noch, daß sich bei Bergman der erste Versuch von zusammengesetzten Zeichen findet, Bergman's Zeichen.

---

[1]) Principe huileux, soufre principe nach Geoffroy. Vergl. »Phlogiston« und »Schwefel.«

welche für Den, der die Bedeutung der einfachen Zeichen kennt, sogleich die Natur der Verbindung ausdrücken sollen. Er bezeichnete z. B. die Metalloxyde, indem er dem Zeichen des Metalls das Zeichen des Kalks beifügte; offenbar mehr dem Wortlaut Metallkalk, als seiner Ansicht über die Constitution dieser Körper folgend. Ebensowenig als diese Art der Bezeichnung hat indeß Bergman einen andern von ihm angedeuteten Vorschlag durchgeführt, die Mischung der Mineralien in der Weise symbolisch darzustellen, daß man die Zeichen oder Anfangsbuchstaben der damals für einfach gehaltenen Stoffe in der Ordnung neben einander stelle, welche den Mengenverhältnissen, in denen sie in die Mischung eingegangen sind, entspreche.

Hassenfratz's und Adet's Zeichen.

Viel zweckmäßiger war schon die Bezeichnungsmethode, welche 1787 von Hassenfratz und Adet vorgeschlagen wurde. Sie war der antiphlogistischen Theorie angepaßt, und enthält mehrere Eigenthümlichkeiten, die wir auch in den späteren Zeichensystemen wiederfinden.

Die einfachen Substanzen suchten sie durch möglichst einfache Zeichen auszudrücken, ähnliche Körper durch ähnliche Zeichen, z. B. alle Metalle durch Kreise, welche durch den hineingesetzten Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens des Metalls unterschieden werden sollten, alle Alkalien und Erden ebenso durch verschieden gestellte Dreiecke u. s. w. Z. B.

Sauerstoff — Stickstoff — Wasserstoff — Kohlenstoff — Schwefel — Phosphor

Kalkerde (C) — Baryt (B) — Soda (S) — Kupfer (C) — Blei (P) — Silber (A)

Diese Zeichen sollten nun zusammengesetzt die Zeichen der Verbindungen geben. Es entstanden also z. B. folgende Zeichen:

Wasser — Kohlensäure — Schwefelsäure — Kupferoxyd — Bleioxyd

Schwefels. Soda — Schwefels. Baryt — Phosphors. Kalk — Salpeters. Silber

Man sieht, daß diese Zeichen mindestens weit vollkommener waren, als alle früheren. Hassenfratz und Adet begnügten sich nicht, mit

Hassenfratz's und Adet's Zeichen.

ihren Zeichen die qualitative Zusammensetzung auszudrücken, sondern sie versuchten sogar, für Verbindungen aus denselben Bestandtheilen in verschiedenen Verhältnissen Zeichen zu geben, welche durch die verschiedene Stellung zu einander die verschiedene quantitative Zusammensetzung andeuten sollten. Wie sie dies auszuführen gedachten, ergiebt sich am besten aus folgendem Beispiele für verschiedene Oxydationsstufen des Stickstoffs bis zur Salpetersäure:



Lavoisier, Berthollet und Fourcroy statteten 1787 der Pariser Akademie über diesen Vorschlag Bericht ab, und empfahlen ihn; doch fand er keine allgemeinere Anwendung, und in bunter Verwirrung wurden noch lange von den Chemikern die verschiedenartigsten und sinnlosesten Zeichen gebraucht.

Der nächste Vorschlag in dieser Beziehung wurde von Dalton gemacht, und seine Bezeichnungsmethode verdient um so mehr unsere Aufmerksamkeit, da sie uns zugleich seine Ansichten über die Atomconstitution mehrerer Verbindungen kennen lehrt.

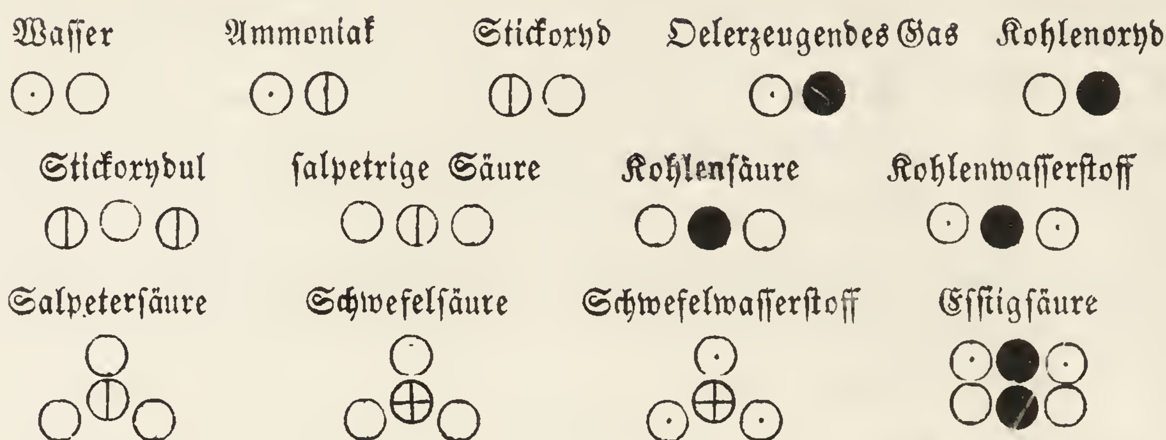
Dalton's Zeichen.

Rufen wir uns das Seite 370 ff. und 388 ff. dieses Theiles über Dalton's stöchiometrische Arbeiten und Ansichten über die Atome Gesagte in's Gedächtniß zurück. Dalton bezeichnete nun (1808 in seinem New System of Chemical Philosophy) die Atome der verschiedenen Elemente durch Kreise (um die angenommene sphärische Gestalt derselben auszudrücken), die durch mancherlei Merkmale unterschieden waren. Ein solches Zeichen für Ein Atom eines Elements drückt also einmal die Art desselben und dann auch noch die Schwere desselben (nach seiner Tabelle Seite 372) aus; die Verbindungen entstehen durch Aneinanderlagern der Atome, und die im Folgenden dafür gegebenen Dalton'schen Zeichen geben nicht allein die qualitative Zusammensetzung, sondern auch die quantitative. Folgende sind einige damals von Dalton gegebene Zeichen:

Einfache Stoffe:

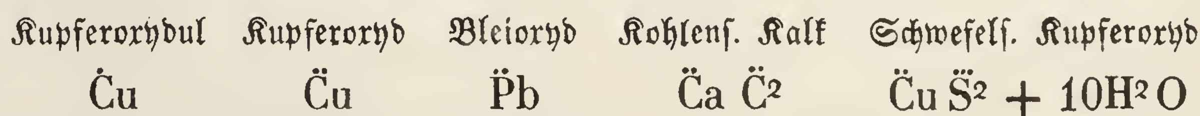
Wasserstoff	Stickstoff	Kohlenstoff	Sauerstoff	Schwefel	Phosphor
Kalk	Kali	Baryt	Zink	Kupfer	Platin
			Z	C	P

Dalton's Zeichen. Verbindungen:

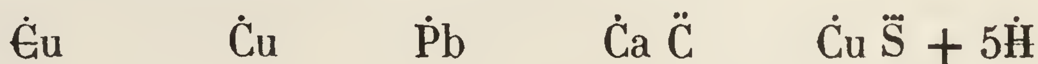


Diese Zeichen geben uns hinlänglich zu erkennen, in welcher Art Dalton seine Bezeichnungsweise durchzuführen gedachte, und zugleich, auf welcher Stufe der Vollkommenheit zu jener Zeit die Kenntniß der Atomconstitution für zusammengesetztere Verbindungen stand.

Berzelius' Zeichen. Offenbar konnten Dalton's Zeichen, wenn auch für einfachere Verbindungen genügend, für complicirtere nicht angewandt werden Berzelius hat das Verdienst, zuerst eine Bezeichnungsweise eingeführt zu haben, welche wirklich die Aufstellung chemischer Formeln zuließ. Diese kam schon seit dem Jahre 1815 in Gebrauch; ihre Einrichtung ist zu bekannt, als daß sie hier einer Erläuterung bedürfte; nur ist zu bemerken, daß viele Formeln vor 1826 anders geschrieben wurden, als dies jetzt der Fall ist. Ich habe schon oben, Seite 397, bemerkt, daß Berzelius früher für viele Metalle andere Atomgewichte annahm, als später, und die beiden Tabellen Seite 383 zeigen dies deutlich. Nach der Tabelle von 1815 schrieb demgemäß Berzelius:



während er 1826 dieselben Verbindungen schrieb:



Die abgekürzten mineralogischen Formeln führte Berzelius schon 1814 ein.

GESCHICHTE

BIBLIOTHECA RERUM GERMANICARUM edidit Jaffé. 1864—1873. 6 Bde. Solide Ganzleinenbände. 150.—

Inhalt: Tom. I. Auch mit d. Tit.: Monumenta Corbeiensia. 1864. I. Translatio S. Viti. — II. Bovonis de sui temporis actis fragmentum. — III. Annales Corbeienses et chronographus Corbeiensis. — IV. Catalogus abbatum et fratrum Corbeiensium. — V. Notae Stabulenses de Wibaldo. — VI. Wibaldi epistolae. — Tom. II. Auch mit d. Tit.: Monumenta Gregoriana. 1865. I. Gregorii VII registrum. — II. Gregorii VII epistolae collectae. — III. Bonithonis episcopi Sutrini liber ad amicum. — Tom. III. Auch mit d. Tit.: Monumenta Moguntina. 1866. I. Catalogi episcoporum Moguntinorum. Catalogus Zwetlensis. Catalogus Erfurtensis. Catalogus Moguntinus. — II. S. Bonifatii et Lulli epistolae. — III. Epistolae Moguntinae. — IV. Vitae S. Bonifatii. Willibaldi vita S. Bonifatii. Passio S. Bonifatii. Ex Othloni vita S. Bonifatii. Ex presbyteri Traiectensis vita S. Bonifatii. — V. Liutolfus de sancto Severo. — VI. Vitae Bardonis archiepiscopi Moguntini. Vulculdi vita Bardonis. Monachi Fuldensis vita Bardonis. — VII. Anselmi Havelbergensis vita Adelberti II Moguntini. — VIII. Vita Arnoldi archiepiscopi Moguntini. — IX. Christiani chronicon Moguntinum. — X. Annales Augienses. Willihelmi Moguntini memoriae. — XI. Annales Moguntini. — XII. Inscriptiones ecclesiae s. Albani. — XIII. Necrologium ecclesiae Moguntinae. — Tom. IV. Auch mit d. Tit.: Monumenta Carolina. 1867. I. Codicis Carolini epistolae. — II. Leonis III epistolae. — III. Epistolae Carolinae. — IV. Einharti epistolae. — V. Einharti vita Caroli Magni. — VI. Poetae Saxonis vita Caroli Magni. — VII. Monachus Sangallensis de Carolo Magno. — VIII. Visio Caroli Magni. — Tom. V. Auch mit d. Tit.: Monumenta Bambergensia. 1869. I. Udalrici Babenbergensis codex. — II. Epistolae Bambergenses cum aliis monumentis permixtae. — III. Ex Heimonis de decursu temporum libro. — IV. Annales S. Michaelis Babenbergenses. — V. Annales S. Petri Babenbergenses. — VI. Necrologium S. Petri Bambergense antiquius. — VII. Ex necrologio capituli S. Petri Bambergensis. — VIII. Necrologium S. Michaelis Bambergense antiquius. — IX. Ex necrologio S. Michaelis Bambergensi posteriore. — X. Ebonis vita Ottonis episcopi Bambergensis. — XI. Herbordi dialogus de Ottone episcopo Bambergensi. — XII. Ex miraculis Ottonis episcopi Bambergensis. — Tom. VI. Auch mit d. Tit.: Monumenta Alcuiniana a Philippo Jaffeo praeparata ediderunt Wattenbach et Dümmler. 1873. I. Vita Alcuini auctore anonymo ed. Wattenbach. — II. Alcuini Vita sancti Willibrordi ed. Wattenbach. Liber primus. Liber secundus. — III. Alcuini De pontificibus et sanctis ecclesiae Eboracensis carmen ed. Wattenbach. — IV. Alcuini epistolae ed. Duemmler, *in his* Georgii episcopi Ostiensis epistola ad Hadrianum papam. Librorum Carolinorum excerpta. Hadriani epistola ad Carolum regem. Eanbaldi presbyteri epistola. Caroli regis epistola ad Offam regem. Paulini patriarchae dictatus. Leonis III papae epistola ad Coenulfum regem. Caroli regis epistola ad Alcuinum. Elipandi episcopi Toletani epistola ad Alcuinum. Elipandi episcopi epistola ad Felicem Urgellitanum episcopum. Gislae et Rodtrudae epistola ad Alcuinum. Felicis episcopi epistola ad Urgellitanos. Caroli imperatoris epistola ad Alcuinum. Arnonis epistola ad Cuculum.

BEIER, K., u. A. DOBRITZSCH, 1000 Jahre deutscher Vergangenheit in Quellen heimatlicher Geschichte, insbesondere Leipzigs und des Leipziger Kreises. Mit Einführung von Professor Dr. Karl Lamprecht. 2 Bde. 1911. Original-Halbleinenbände. 15.—

P. Friedmann: „Man hat die pädagogische Bedeutung eines solchen Quellenwerkes rückhaltlos anerkannt. Aber erst jetzt, da das Werk fertig vorliegt und man Einblick in die Fülle des dargebotenen Quellenmaterials nehmen kann, zeigt es sich, daß hier ein Werk dargeboten wird, daß für unsere Schularbeit in Zukunft einmal unentbehrlich werden, das jeder Lehrer benutzen, das er jedenfalls beständig zur Hand haben wird."
K. Lamprecht: „. . . Aus der Entwicklung des allgemeinen Zielbewußtseins darf man doch immerhin soviel sagen, daß das Buch zur rechten Zeit kommt.

ALFRED LORENTZ, LEIPZIG ⋆ ABTEILUNG VERLAG